

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA DEL ADOBE
ADICIONADO CON CENIZAS DE CARBÓN Y CAL**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO

ASESOR

JUSTO DAVID PEDRAZA FRANCO

<https://orcid.org/0000-0002-1027-2267>

Chiclayo, 2021

EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA DEL ADOBE ADICIONADO CON CENIZAS DE CARBÓN Y CAL

PRESENTADA POR:

GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Wilson Martín García Vera

PRESIDENTE

Carlos Rafael Tafur Jiménez

SECRETARIO

Justo David Pedraza Franco

VOCAL

Dedicatoria

Esta investigación es dedicada en primer lugar a Dios, por ser creador de nuestra existencia, el que guía mi vida y siempre está conmigo otorgándome la fuerza y sabiduría en cada paso de mi vida.

En segundo lugar a mis padres, Teresa y Jorge, por apoyarme incondicionalmente y por sus consejos para hacer de mí una mejor persona

A mis hermanos Yerko y Ronny por su tiempo y apoyo en este proceso

A mis sobrinos por ser mi motivación para nunca rendirme

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a mi asesor, el Ing. Justo David Pedraza Franco, por dedicar el tiempo necesario a este proyecto y que con su conocimiento y experiencia me brindo estupendas recomendaciones para el desarrollo y así lograr los objetivos de esta investigación

A mi familia, y a todos los que contribuyeron con el desarrollo de esta investigación.

A mi ángel en el Cielo, mi Padre, por apoyarme y estar siempre conmigo dándome la fuerza y seguridad que necesito para seguir adelante.

ÍNDICE

Resumen	20
Abstract	21
I. Introducción	22
II. Marco Teórico	26
2.1 Antecedentes del problema	26
2.2. Bases teórico-científicas	28
2.2.1. El adobe	28
2.2.1.1. Definición	28
2.2.1.2. Propiedades del adobe.....	28
2.2.1.2.1. Propiedades mecánicas	28
2.2.1.2.2. Propiedades físicas.....	29
2.2.1.3. Composición del adobe	30
2.2.1.4. Fabricación del Adobe	31
2.2.1.4.1. Selección de Suelo	31
2.2.1.4.2. Hidratación previa.....	31
2.2.1.4.3. Dimensionamiento	31
2.2.1.4.4. Preparación de barro	32
2.2.1.4.5. Mezclado.....	32
2.2.1.4.6. Moldeo	32
2.2.1.4.7. Secado y almacenamiento.....	33
2.2.2. Componentes adicionales.....	33
2.2.2.1. Cal hidratada	33
2.2.2.2. Cenizas de carbón	34
2.2.3. Morteros	36
2.2.4. Muro patrón	36
2.2.4.1. Características del muro.....	36
2.2.5. Normas Técnicas Peruanas (NTP)	37
2.2.5.1. Norma E.050: Suelos y Cimentaciones	37
2.2.5.2. Norma E.070: Albañilería	37
2.2.5.3. Norma E.080: Adobe	37

2.2.5.4. Suelos: Cuarteo, Obtención en laboratorio de muestras representativas (NTP 339.089)	37
2.2.5.5. Suelos: Método de Ensayo de Contenido de Humedad de un Suelo (NTP 339.127 o ASTM D2216)	37
2.2.5.6. Suelos: Método de Ensayo de Análisis Granulométrico (NTP 339.128 o ASTM D422)	38
2.2.5.7. Suelos: Método de ensayo para determinar el Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos (NTP 339.129 o ASTM D4318)	38
2.2.5.8. Suelos: Método de ensayo para determinar el Peso Específico Relativo de las partículas Sólidas de un Suelo (NTP 339.131 o ASTM D854)	38
2.2.5.9. Suelos: Método para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) (NTP 339.134 o ASTM D2487)	38
2.2.5.10. Suelos: Método de ensayo normalizado para la determinación de Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea (NTP 339.152)	38
2.2.5.11. Unidades de Albañilería: Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto (NTP 399.604:2002).....	38
2.2.5.12. Unidades de Albañilería: Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de primas de albañilería. (NTP 399.605.2018).....	39
2.2.5.13. Unidades de Albañilería: Especificación normalizada para morteros (NTP 399.610:2013)	39
2.2.5.14. Unidades de Albañilería: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (NTP 399.613:2017).....	39
2.2.5.15. Unidades de Albañilería: Método de ensayo normalizado para evaluar la durabilidad de las unidades de albañilería de concreto bajo condiciones de congelamiento y deshielo. (NTP 399.614:2016).....	39
2.2.5.16. Unidades de Albañilería: Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la tracción por compresión de las unidades de albañilería (NTP 399.615:2016)	40
2.2.5.17. Unidades de Albañilería: Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería (NTP 399.621:2004).....	40
2.2.5.18. Unidades de Albañilería: Métodos de ensayo para evaluación de morteros de albañilería, antes y durante la construcción (NTP 399.622 2006).....	40
2.2.5.19. Unidades de Albañilería: Método de ensayo normalizado de absorción del agua de morteros de albañilería (NTP 399.631:2010).....	40
2.2.3.20. Unidades de Albañilería: Aditivos para morteros de albañilería (NTP 399.532:2010)	41

2.2.5.21. Unidades de Albañilería: Terminología y definiciones (NTP 399.633:2017)..	41
2.2.5.22. Unidades de Albañilería: Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción indirecta de las unidades de albañilería (NTP 399.634:2010)	41
2.2.5.23. Concreto: Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339-078)	41
2.2.5.24. Concreto: Método de ensayo para determinar la resistencia a la Tracción por Compresión diametral de Probetas de Concreto (NTP 339-084)	41
III. Metodología:	42
3.1. Tipo y Nivel de Investigación	42
3.2. Diseño de Investigación	42
3.3. Población, muestra de estudio y muestreo	43
3.4. Criterios de Selección	45
3.5. Operacionalización de Variables	49
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
3.6.1. Técnicas.....	50
3.6.2. Fuentes y Programas	50
3.6.2.1. Fuentes.....	50
3.6.2.2. Programas	50
3.6.3. Ensayos de Materiales.....	51
3.6.3.1. Ensayos y Pruebas para la selección de suelo	51
3.6.3.1.1. Análisis y Ensayos In Situ	51
3.6.3.1.2. Análisis y Pruebas en laboratorio	54
3.6.3.2. Ensayos a las Unidades de Adobe	62
3.6.3.2.1. Ensayos Físicos	62
3.6.3.2.2. Ensayos Mecánicos	66
3.6.4. Instrumentos	77
3.6.4.1. Guías de Recolección de datos	77
3.7. Procedimientos	78
3.7.1. Lugar de fabricación de Adobes:	78
3.7.2. Selección de la ladrillera artesanal para obtener la ceniza de carbón	78
3.7.3. Selección de la ceniza	79
3.7.3.1. Ensayo Químico	80

3.7.4.	Selección del suelo para la Fabricación de Adobes	82
3.7.5.	Obtención de las muestras de suelo.....	82
3.7.6.	Pruebas de selección y control de suelo	83
3.7.6.1.	Pruebas In Situ.....	83
3.7.6.2.	Pruebas en Laboratorio	89
3.7.7.	Selección de la dosificación más adecuada.....	100
3.7.7.1.	Fabricación de las Unidades de Adobes	100
3.7.8.	Selección de una de las cinco dosificaciones de adobe.....	101
3.7.8.1.	Dosificación.....	101
3.7.8.2.	Fabricación	101
3.7.8.3.	Ensayo de Resistencia a la Compresión	103
3.7.9.	Pruebas a las unidades de Adobe	110
3.7.9.1.	Variación dimensional en las unidades de adobe	110
3.7.9.2.	Prueba de succión en unidades de adobe.....	111
3.7.10.1.	Ensayo de resistencia a Compresión del mortero.....	119
3.7.10.2.	Ensayo de Resistencia a Tracción del Mortero	120
3.7.10.3.	Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes.....	121
3.7.10.4.	Ensayo de Inundación Simulada.....	123
3.7.10.5.	Ensayo con Microscopio Eléctrico de Barrido	129
3.8.	Plan de procesamiento para análisis de datos.....	129
3.9.	Matriz de Consistencia	131
3.10.	Consideraciones Éticas	132
IV.	Resultados	134
4.1.	Selección de la ladrillera artesanal	134
4.1.1.	Ensayo Químico	134
4.2.	Selección y pruebas del suelo para la Fabricación de Adobes.....	135
4.2.1.	Pruebas In Situ	135
4.2.1.1.	Prueba de Color	135
4.2.1.2.	Prueba Granulométrica de la Botella.....	135
4.2.1.3.	Prueba Solidez	136
4.2.1.4.	Prueba del Enrollado	136
4.2.1.3.	Prueba de Resistencia Seca o Presencia de arcilla	137

4.2.2.	Pruebas en Laboratorio.....	137
4.2.2.1.	Método de Ensayo de Contenido de Humedad de un Suelo (NTP 339.127 o ASTM D2216)	137
4.2.2.2.	Método de Ensayo de Análisis Granulométrico (NTP 339.128 o ASTM D422) 138	
4.2.2.3.	Método de ensayo para determinar el Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos (NTP 339.129 o ASTM D4318)	139
4.2.2.4.	Método para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) (NTP 339.134 o ASTM D2487)	140
4.2.2.5.	Método de ensayo para determinar el Peso Específico Relativo de las partículas Sólidas de un Suelo (NTP 339.131 o ASTM D854)	141
4.2.2.6.	Ensayo de Resistencia a Compresión	141
4.2.2.6.1.	Resistencia a Compresión a los 7 días	142
4.2.2.6.2.	Resistencia a Compresión a los 14 días	143
4.2.2.6.3.	Resistencia a Compresión a los 21 días	144
4.2.2.6.4.	Resistencia a Compresión a los 28 días	145
4.2.2.7.	Ensayo de Erosión Acelerada	146
4.2.2.8.	Ensayo de Variación Dimensional	147
4.2.2.9.	Ensayo de Succión a las muestras de Adobe	148
4.2.2.10.	Ensayo de Resistencia A Compresión en Prismas de Albañilería	152
4.2.2.11.	Resistencia a Flexión de Adobe.....	162
4.2.2.11.1.	R. Flexión en adobe de 10x20x30.....	162
4.2.2.11.2.	R. a Flexión en adobe de 15x15x50.....	163
4.2.2.12.	Resistencia a Tracción de Unidades de Adobe.....	166
4.2.2.13.	Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes	169
4.2.2.14.	Ensayo de Inundación Simulada.....	171
4.3.	Análisis Económico:	199
4.3.1.	Análisis de Costos Unitarios	200
4.3.2.	Partidas del Módulo de vivienda de Adobe	201
4.3.3.	Presupuesto Total	201
4.4.	Análisis Estadístico	203
4.4.1.	Distribución de las muestras	203
4.4.2.	Ensayo de Determinación de Peso	203

4.4.3.	Ensayo de Variación Dimensional	205
4.4.4.	Ensayo de Succión	212
4.4.5.	Ensayo de Erosión Acelerada.....	214
4.4.6.	Ensayo de Resistencia a Compresión.....	217
4.4.7.	Ensayo de Flexión	219
4.4.8.	Ensayo de Tracción	221
4.4.9.	Ensayo de Resistencia del Mortero a Tracción	223
4.4.10.	Ensayo de R. Esfuerzo de Compresión Admisible de la pila	225
4.4.11.	Ensayo de R. Esfuerzo Admisible de Compresión por Aplastamiento	227
V.	Discusión	230
VI.	Conclusiones	247
VII.	Recomendaciones	250
VIII.	Referencias	252
	Anexo 1: Documentos.....	256
	 Anexo 2: Cuadros	 315
	Anexo 3: Tablas	318
	Anexo4: Fotografías.....	319
	Anexo5: Evaluación Económica	320
	Anexo 6: Análisis Estadístico.....	322

LISTA DE TABLAS

TABLA I Requerimientos Químicos de Ceniza Volante de acuerdo a ASTM C618.....	36
Tabla II: Número de ladrilleras artesanales en el departamento de Lambayeque.....	44
TABLA III: Cuantificación de muestras de Erosión Acelerada.....	45
TABLA IV Cuantificación de muestras de Resistencia a Compresión en Bloques de Adobe.....	46
TABLA VI: Cuantificación de muestras de Succión	46
TABLA VI Cuantificación de muestras de Ensayo de Resistencia a Flexión.....	47
TABLA VII Cuantificación de muestra del ensayo de Resistencia a Compresión del Mortero	47
TABLA VIII: Cuantificación de muestras para el ensayo de Resistencia a Tracción.....	47
TABLA IX Cuantificación de muestra del ensayo de Compresión Diagonal.....	47
TABLA X Cuantificación de muestra del ensayo de Inundación Simulada.....	47
TABLA XI: Resultados obtenidos de las 3 ladrilleras	80
Tabla XII Composición de la ceniza	134
TABLA XIII Prueba de Color	135
TABLA XIV Prueba de la Botella	135
TABLA XV Prueba de Solidez.....	136
TABLA XVI Prueba del Enrollado	136
TABLA XVII Prueba de Resistencia seca.....	137
TABLA XVIII Contenido de Humedad	137
TABLA XIX Ensayo de Granulometría.....	138
TABLA XX Cálculo del de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad	139
TABLA XXI Consistencia física de la muestra	140
TABLA XXII Clasificación del suelo	140
TABLA XXIII Ensayo de Peso Específico Relativo de las Partículas Sólidas.....	141
TABLA XXIV Ensayo de Resistencia a Compresión a los 7 días.....	142
Tabla XXV Resistencia a compresión a los 14 días.....	143
TABLA XXVI Resistencia a compresión a los 21 días	144
TABLA XXVII Resistencia a Compresión a los 28 días.....	145
TABLA XXVIII Ensayo de Erosión Acelerada.....	146
TABLA XXIX Ensayo de Variación Dimensional	147
TABLA XXX Ensayo de Succión en unidades de Adobe Normal	148
TABLA XXXI	149
TABLA XXXII Ensayo de Succión en unidades de Adobe de 5%	149
TABLA XXXIII Ensayo de Succión en Unidades de Adobe con adición de 8%	150
TABLA XXXIV Ensayo de Succión en Unidades de Adobe con adición de 10%.....	151
TABLA XXXV Ensayo de Succión en Unidades de Adobe con adición de 12%	151
TABLA XXXVI	152
TABLA XXXVII	153

TABLA XXXVIII Esfuerzo De compresión Admisible f^m del Adobe con adición de 5%	153
TABLA XXXIX Esfuerzo De compresión Admisible f^m del Adobe con adición de 8%	153
TABLA XL Esfuerzo de Compresión Admisible f^m del Adobe 10%	154
TABLA XLI Esfuerzo de Compresión Admisible f^m del Adobe 12%	154
TABLA XLII Resistencia Última fm del adobe Normal	154
TABLA XLIII Resistencia Ultima del adobe con adición de 3%	155
TABLA XLIV Resistencia Ultima del adobe con adición de 5%	155
TABLA XLV Resistencia Ultima del adobe con adición de 8%	156
TABLA XLVI Resistencia Ultima fm del Adobe 10%	156
TABLA XLVII Resistencia Ultima fm del Adobe 12%	156
TABLA XLVIII Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe normal	157
TABLA XLIX Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe 3%...	157
TABLA L Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe 5%.....	157
TABLA LI Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe 8%	158
TABLA LII Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe 10%.....	158
TABLA LIII Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe 12% ...	158
TABLA LIV Esfuerzos de Prismas de Albañilería de adobe normal.....	159
TABLA LV Esfuerzos de Primas de Albañilería de adobe 3%	159
TABLA LVI Esfuerzos de Primas de Albañilería de adobe 5%.....	160
TABLA LVII Esfuerzos de Primas de Albañilería de adobe 8%	160
TABLA LVIII Esfuerzos de Primas de Albañilería de adobe 10%	160
TABLA LIX Esfuerzos de Primas de Albañilería de adobe 12%.....	161
TABLA LX Datos del ensayo de flexión en el adobe normal.....	162
TABLA LXI Datos de ensayo de flexión en adobe con adición del 10%	163
TABLA LXII Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50 con adición de 3%.....	164
TABLA LXIII Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50 con adición de 5%.....	164
TABLA LXIV Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50 con adición de 8%.....	165
TABLA LXV Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50 con adición de 10%.....	165
TABLA LXVI Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50 con adición de 12%.....	165
TABLA LXVII Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50	166
TABLA LXVIII Resultados del Ensayo de Tracción del adobe normal.....	167
TABLA LXIX Resultados del Ensayo de Tracción del adobe con adición de 3%.....	167
TABLA LXX Resultados del Ensayo de Tracción del adobe con adición de 5%	167
TABLA LXXI Resultados del Ensayo de Tracción del adobe con adición de 8%.....	168

TABLA LXXII Resultados del Ensayo de Tracción del adobe con adición de 10%	168
TABLA LXXIII Resultados del Ensayo de Tracción del adobe con adición de 12%....	168
TABLA LXXIV Resistencia a tracción Indirecta	169
TABLA LXXV Medidas de muretes	170
TABLA LXXVI Características de la poza de ensayo.....	171
TABLA LXXVII Característica del Muro.....	171
TABLA LXXVIII Volumen de Agua de Poza 1	172
TABLA LXXIX Lecturas de capilaridad del Muro Patrón	173
TABLA LXXX Dimensiones de la Poza 2	174
TABLA LXXXI Dimensiones del Muro con adición de 10%	174
TABLA LXXXII Volumen de agua de poza 2.....	174
TABLA LXXXIII Lecturas de capilaridad del Muro con Adición de 10% al cabo de 2hrs	175
TABLA LXXXIV Lecturas de Capilaridad del Muro con adición del 10%	176
TABLA LXXXV Lecturas de Absorción en el Muro Patrón.....	180
TABLA LXXXVI Lecturas de absorción del Muro con adición del 10% durante 2 horas	181
TABLA LXXXVII Lecturas de Absorción del Muro de adobe con adición del 10% durante el PCI.....	182
TABLA LXXXVIII Lecturas de Capilaridad del Muro 10% durante el PPI.....	186
TABLA LXXXIX Lectura de Absorción del Muro en el PPI.....	191
TABLA XC Análisis de EDS	198
TABLA XCI Resultado de costo por unidad del Adobe entre 0 y 10%	200
TABLA XCII Resultado de costo por millar de adobe.....	200
TABLA XCIII Resultado de costo por m2 del muro de adobes entre 0 y 10%	201
TABLA XCIV Resultado de Partidas de vivienda de adobe.....	201
TABLA XCV Resultados del costo de vivienda.....	201
TABLA XCVI Comparación de costos en la construcción de muros.....	202
TABLA XCVII Medidas de Tendencia Central.....	203
TABLA XCVIII Medidas de Dispersión	204
TABLA XCIX Elementos de Gráfica de Desviación Estandar	204
Tabla C Medidas de Tendencia Central- Variación Dimensional	205
TABLA CI Medidas de Dispersión Ensayo de Variación Dimensional	206
TABLA CII Elementos de Gráfica de Desviación Estándar	207
TABLA CIII Medidas de Tendencia Central	208
TABLA CIV Medidas de Dispersión	208
TABLA CV Elementos de Gráfica de Desviación Estándar	209
TABLA CVI Medidas de Tendencia central	210
TABLA CVII Medidas de Dispersión	210
TABLA CVIII Elementos de Gráfica de Desviación Estándar.....	211
Tabla CIX Medidas de Tendencia Central de los Valores del Ensayo de Succión	212
TABLA CX Medidas de Dispersión de los Valores del Ensayo de Succión.....	213

TABLA CXI Elementos de gráfica de desviación estándar	213
TABLA CXII Medidas de Tendencia Central.....	214
TABLA CXIII Medidas de Dispersión.....	215
TABLA CXIV Elementos de Gráfica de Desviación.....	216
TABLA CXV Medidas de Tendencia Central.....	217
TABLA CXVI Medidas de Dispersión	218
TABLA CXVII Elementos de Gráfica de Desviación	218
TABLA CXVIII Medidas de Tendencia central	219
TABLA CXIX Medidas de Dispersión	220
TABLA CXX Elementos de Gráfica de Desviación	220
TABLA CXXI Medidas de Tendencia Central	221
TABLA CXXII Medidas de Dispersión	222
TABLA CXXIII Elementos de Gráfica de Desviación	222
TABLA CXXIV Medidas de Tendencia Central	223
TABLA CXXV Medidas de Dispersión.....	224
TABLA CXXVI Elementos de Gráfica de Desviación.....	224
TABLA CXXVII Medidas de Tendencia Central.....	225
TABLA CXXVIII Medidas de Dispersión	226
TABLA CXXIX Elementos de Gráfica de Desviación.....	226
TABLA CXXX Medidas de Tendencia Central	227
TABLA CXXXI Medidas de Dispersión	228
TABLA CXXXII Elementos de Gráfica de Desviación	228
TABLA CXXXIII: Número de Viviendas según el material predominante en paredes	322
TABLA CXXXIV	
Número de Viviendas a nivel provincial (Lambayeque) según el tipo de material de las paredes	322
TABLA CXXXV.....	322
TABLA CXXXVI Costo por unidad de adobe convencional.....	323
TABLA CXXXVII Costo por unidad de adobe 10%.....	323
TABLA CXXXVIII.....	323
TABLA CXXXIX	324
TABLA CXL.....	324
TABLA CXLI Costo por m2 de muro.....	324
TABLA CXLII.....	325
TABLA CXLIII.....	325
TABLA CXLIV: Costo Unitario de Concreto para Sobrecimiento 210kg/cm2.....	325
TABLA CXLV Análisis Económico de la vivienda de adobe.....	326
TABLA CXLVI Resumen de costos comparativos de la vivienda de adobe	326

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1: Dimensiones del Adobe [19]	32
Fig. 2: Adobe con mortero de pega [19]	32
Fig. 3: Principal Uso de la Aplicación de las cenizas de carbón distribuidas porcentualmente. [22]	34
Fig. 4: Sección transversal del Muro Patrón. [5].....	37
Fig. 5: Ladrillera Artesanal	44
Fig. 6: Ladrillera Artesanal	44
Fig. 7: Prueba de color. [5].....	51
Fig. 8: Simulación de la Prueba de la botella in situ. (a) Llenado del material en la botella, (b) Forma de agitar la botella, (c) Medición de capas. [19].....	52
Fig. 9: Prueba del Enrollado. [19]	53
Fig. 10: Prueba de Resistencia Seca. [14]	53
Fig. 11: Condición de la Prueba de Resistencia Seca. [14].....	54
Fig. 12: grietas y deformaciones del adobe. [25]	62
Fig. 13: Adobe de Prueba. [25]	63
Fig. 14: Equipo de Erosión Acelerada. [15].....	66
Fig. 15: Fuerzas a compresión que se ejercen sobre el Adobe. [15]	68
Fig. 16: Resistencia a la Tracción para el Mortero. [14].....	71
Fig. 17: Lugar de fabricación de Adobe [38]	78
Fig. 18: Ubicación de la ladrillera artesanal [38]	79
Fig. 19: Ruta desde la ladrillera artesanal hasta el lugar de fabricación de adobes [38].....	79
Fig. 20: Muestras de ceniza obtenida de la ladrillera artesanal Illimo	80
Fig. 21: Ubicación del distrito de Túcume [38]	82
Fig. 22: Lugar de Obtención de muestras [38].....	83
Fig. 23: Prueba de Color de muestra 1	83
Fig. 24: Prueba de Color de muestra 2	84
Fig. 25: Prueba de Color de muestra 3	84
Fig. 26: Prueba Granulométrica de la Botella	84
Fig. 27: Prueba Granulométrica de la Botella	85
Fig. 28: Prueba Granulométrica de la Botella	85
Fig. 29: Prueba de Solidez.....	86
Fig. 30: Prueba de Solidez.....	86
Fig. 31: Prueba de Cinta de Barro	87
Fig. 32: Prueba de Cinta de Barro	87
Fig. 33: Prueba de Resistencia Seca o Presencia de Arcilla.....	87
Fig. 34: Prueba de Resistencia Seca o Presencia de Arcilla.....	88
Fig. 35: Prueba de Resistencia Seca o Presencia de Arcilla (a) Muestra 1, (b) Muestra 2	88
Fig. 36: (<i>Continuación</i>) Prueba de Resistencia Seca o Presencia de Arcilla (c)Muestra 3, (d)Muestra 4	88
Fig. 37: Peso de recipiente para ensayo de Humedad	89
Fig. 38: Ensayo de Humedad. (a) Pesado de muestra, (b) Peso de muestra más tara	89

Fig. 39: Traslado de muestra al horno para ensayo.....	90
Fig. 40: Retiro de la muestra del horno luego de 24 horas.....	90
Fig. 41: Peso de la muestra seca para ensayo.....	90
Fig. 42: Peso de recipiente para ensayo Granulométrico	91
Fig. 43: Peso de muestra para ensayo	91
Fig. 44: (a) y (b) Lavado de la muestra para ensayo	91
Fig. 45: Muestra lista para colocarla en horno	92
Fig. 46: (a) y (b) Muestra llevada al horno	92
Fig. 47: Peso de la muestra seca para ensayo Granulométrico	92
Fig. 48: Orden de tamices para ensayo Granulométrico	93
Fig. 49: Ensayo de Granulometría. (a) y (b) Tamizado de la muestra	93
Fig. 50: Muestras a pesar para ensayo.....	93
Fig. 51: Ensayo de Granulometría. (a), (b), (c),(d), (e), (f),(g), (h) Peso de muestra retenida en los tamices N°10, 20°,40°,60°,80°,100°200° y fondo.....	94
Fig. 52: Ensayo de Limites de Consistencia. (a) y (b) Trituración de muestra para ensayo. ...	95
Fig. 53: Tamizado de la muestra. (a) Tamiz N°40 y fondo. (b) Muestra que pasó por el tamiz	95
Fig. 54: Preparación para ensayo de Gravedad Específica. (a) Agua destilada. (b) Muestra ensayada	95
Fig. 55: Ensayo de Limites de Consistencia. (a) Copa de Casagrande. (b)Muestra ensayada.	96
Fig. 56: (a) Colocación de muestra. (b) Golpes realizados a la Copa	96
Fig. 57: Muestra ensayada.(a) Muestra en la Copa de Casagrande.(b)Muestra para determinar el Límite Líquido.....	96
Fig. 58: Determinación de la humedad.(a) Pesado de muestra antes de llevarla al horno.(b)Muestra puesta al horno.	97
Fig. 59: Determinación del Limite Liquido. (a) Pesado de la muestra. (b) Muestra puesta al horno.....	97
Fig. 60: (a) Muestra para determinar L.Plástico.(b) Formación de cilindros.....	98
Fig. 61: Límite Plástico,(a)Muestras para determinación de ensayo.(b) Muestras puestas al horno.....	98
Fig. 62: Ensayo de Peso Específico.(a) Peso de fiola 1.(b) Peso de Fiola 2	98
Fig. 63: Tamiz N°10 para ensayo.....	99
Fig. 64: (a) Peso de Fiola n°1. (b) Peso de Fiola n°2 con agua destila respectivamente	99
Fig. 65: Colocación de suelo en la fiola	99
Fig. 66: Ensayo de Gravedad Específica. (a) Agitación de la fiola para eliminar aire atrapada (b) Fiolas hirviendo a bajas temperaturas.	100
Fig. 67: Fabricación de Adobes de Prueba.....	101
Fig. 68: Adobe de prueba	101
Fig. 69: Dosificaciones de cal y ceniza para la fabricación de Adobes	102
Fig. 70: Elaboración de adobe.(a)Preparación del barro.(b)Adición de los componentes.....	102
Fig. 71:Elaboración de adobe.(a) Preparación de mezcla. (b) Moldeado de las unidades de adobe	102

Fig. 72: Almacenamiento de las unidades de adobe	103
Fig. 73: Recubrimiento de la superficie del adobe.....	103
Fig. 74: Preparación de muestras.(a) Limpieza de las unidades. (b) Identificación de la unidades de adobe.....	104
Fig. 75: Preparación de muestras.(a) Medición del ancho de la muestra. (b) Medición del largo de la muestra.....	104
Fig. 76: Muestras para el ensayo de Compresión a los 28 días.....	105
Fig. 77: Resistencia a Compresión a los 7 días. (a),(c) y (e) Valor obtenido.....	106
Fig. 78: Resistencia a Compresión a los 14 días. (a) y (b) Valores obtenidos. (c) y (d) Muestras ensayadas	106
Fig. 79: Resistencia a Compresión a los 21 días. (a) y (b) Muestras ensayadas	107
Fig. 80: Máquina Usada para Ensayo a Compresión	108
Fig. 81: Ensayo de Compresión 28 días.....	108
Fig. 82: Muestra ensayada a Compresión	109
Fig. 83: Ensayo de Erosión Acelerada	109
Fig. 84: Ensayo de Erosión Acelerada. (a) Mecanismo de Erosión Acelerada. (b) Muestra Ensayada.....	110
Fig. 85: Medición para Ensayo de Variación Dimensional	110
Fig. 86: Ensayo de succión. (a) Medición de adobe. (b) Determinación de Peso para prueba.	111
Fig. 87: (a) y (b) Muestras ensayadas por Succión	111
Fig. 88: Mecanismo para simular el sistema de cargas	112
Fig. 89: Mecanismo para simular el sistema de cargas aplicado	112
Fig. 90: Falla producida por la aplicación de la carga	113
Fig. 91: Fuerza aplicada del ensayo a Flexión	113
Fig. 92: Ensayo en laboratorio	113
Fig. 93: Muestras realizadas para el Ensayo de Flexión	114
Fig. 94: Ensayo de Resistencia a Flexión Parte 1	114
Fig. 95: Ensayo de Resistencia a Flexión Parte 2	115
Fig. 96: Ensayo de Flexión: Rotura de Muestra Tipo 1	115
Fig. 97: Ensayo de Flexión: Rotura Tipo 2	115
Fig. 98: Ensayo de Flexión: Rotura tipo 3	116
Fig. 99: Muestras para Ensayo de Tracción	116
Fig. 100: Almacenamiento de muestras para Ensayo	117
Fig. 101: Ensayo de Tracción en muestras de adobe	117
Fig. 102: Ensayo de Tracción en muestras de Adobe	118
Fig. 103: Muestra de adobe ensayada a tracción.....	118
Fig. 104: Pilas de Adobe a ensayar	119
Fig. 105: Muestra a ser ensayada	119
Fig. 106: Ensayo de Resistencia a Compresión en Pilas.....	120
Fig. 107: Identificación de muestras a ensayar	120
Fig. 108: Pilas de Adobe	121

Fig. 109: Construcción del Muro.(a)Construcción de segunda hilada. (b)Construcción de cuarta hilada	121
Fig. 110: Muretes a ensayar	122
Fig. 111: (a) y (b) Colocación de muestras a ensayar	122
Fig. 112: Ensayo de Compresión Diagonal: (a) Muestra 1 colocada en prensa.(b) Muestra 2 colocada en prensa	122
Fig. 113: Construcción del Canal de Ensayo.(a)Losa de canal de ensayo. (b)Canal o Posa .	123
Fig. 114: Poza o canal de Ensayo.....	123
Fig. 115: Prueba de Estandarización	124
Fig. 116: Construcción de Muros de Adobe	124
Fig. 117: Muros de Adobe.....	125
Fig. 118: Inundación de ambos canales o pozas	125
Fig. 119: Procesamiento de datos. (a)Medición de capilaridad. (b) Medición de absorción	126
Fig. 120: Derrumbe de Muro Patrón	126
Fig. 121: Ensayo de Inundación Simulada.....	126
Fig. 122: Obtención de datos. (a)Medición de capilaridad. (b) Medición de absorción	127
Fig. 123: Vertido de volumen de agua absorbido	127
Fig. 124: Muro de Adobe después de ocurrido el sismo.....	128
Fig. 125: Ladrillera artesanal Illimo.....	134
Fig. 126: Resistencia a Compresión a los 7 días	142
Fig. 127: Resistencia a Compresión a los 14 días	143
Fig. 128: Resistencia a Compresión a los 21 días	144
Fig. 129: Resistencia a Compresión a los 28 días	145
Fig. 130: Variación Dimensional de Largo	147
Fig. 131: Variación Dimensional de Ancho.....	147
Fig. 132: Variación Dimensional del Alto	148
Fig. 133: Ensayo de Succión	148
Fig. 134: Ensayo de Succión de las muestras con adición de 3%	149
Fig. 135: Ensayo de Succión de las muestras con adición de 5%	150
Fig. 136: Ensayo de Succión de las muestras con adición de 8%	150
Fig. 137: Ensayo de Succión de las muestras de 10%	151
Fig. 138: Ensayo de Succión de las muestras de 12%	152
Fig. 139: Esfuerzo admisible de las pilas	161
Fig. 140: Esfuerzo por aplastamiento de los muros	162
Fig. 141: Resultados De ensayo de flexión	163
Fig. 142: Gráfico de Resultados de Ensayo a Flexión	166
Fig. 143: Gráfico de barras que indica los resultados del Ensayo de Tracción.....	169
Fig. 144: Resistencia a tracción Indirecta en muretes	170
Fig. 145: Resistencia al esfuerzo por corte en muretes	170
Fig. 146: Fotografía del derrumbe del Muro Patrón	172
Fig. 147: Fotografía de ambos muros después del derrumbe.....	172
Fig. 148: Tiempo vs Capilaridad del Muro Patrón en 2 horas	173

Fig. 149: Tiempo vs Capilaridad del Muro con adición de 10% en 2 horas	175
Fig. 150; Gráfica de tiempo vs capilaridad de ambos muros	176
Fig. 151: Tiempo vs Capilaridad.....	179
Fig. 152: Fotografía de ensayo de inundación hasta la fecha 11/06	179
Fig. 153: Gráfica de Tiempo vs Absorción en Muro Patrón a las 2 horas	180
Fig. 154: Gráfica de Tiempo vs Absorción del Muro con adición del 10 durante 2 horas ...	181
Fig. 155: Absorción de ambos Muros en dos horas	182
Fig. 156; Gráfica de absorción del Muro de adobe con adición del 10% durante el PCI.....	185
Fig. 157: Gráfica de Intensidad del Sismo. [39]	185
Fig. 158: Fotografía del Muro de 10% tomada el 29/05/2019	186
Fig. 159: Gráfica de Tiempo vs Capilaridad del Muro	191
Fig. 160: Gráfica de Tiempo vs Absorción del muro durante del PPI.....	196
Fig. 161: Derrumbe del Muro de adobe con adición del 10%	196
Fig. 162: Fotografía del día del derrumbe del Muro con adición del 10%	197
Fig. 163: Microscopia electrónica de barrido.....	197
Fig. 164: Microscopia electrónica de barrido.....	198
Fig. 165: Plano de vivienda tipo costa	199
Fig. 166: Detalle de muros con ventana en el módulo de vivienda	200
Fig. 167: Comparación de Costos	202
Fig. 168: Gráfico de Representación de muestras respecto a la Población total.....	203
Fig. 169 Presentación Gráfica de las medidas de Dispersión	204
Fig. 170: Gráfica de Desviación estándar del peso de las muestras.....	205
Fig. 171 Presentación Gráfica de las medidas de Dispersión	206
Fig. 172: Gráfica de Desviación estándar del Largo de las Muestras	207
Fig. 173: Presentación Gráfica de Medidas de Tendencia Central	208
Fig. 174: Gráfica de Desviación Estándar del ancho de las muestras.....	209
Fig. 175: Presentación Gráfica	210
Fig. 176: Gráfica de Desviación Estándar del alto de las muestras	211
Fig. 177: Presentación Gráfica de las medidas de Dispersión	212
Fig. 178: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de Succión	214
Fig. 179: Presentación gráfica de medidas de dispersión.....	215
Fig. 180: Gráfico de Desviación Estándar	216
Fig. 181: Presentación Gráfica de las medidas de tendencia central	217
Fig. 182: Gráfica de Desviación Estándar.....	218
Fig. 183: Presentación Gráfica de las medidas de tendencia central	219
Fig. 184: Gráfica de Desviación Estándar.....	220
Fig. 185: Presentación Gráfica de las Medidas de Tendencia Central.....	221
Fig. 186: Gráfica de Desviación Estándar.....	222
Fig. 187: Presentación gráfica de las medidas de tendencia central	223
Fig. 188: Gráfico de Desviación Estándar	224
Fig. 189: Presentación gráfica de las medidas de tendencia central	225
Fig. 190: Gráfico de Desviación Estándar	226

Fig. 191: Presentación gráfica de las medidas de tendencia central	227
Fig. 192: Gráfico de Desviación Estándar	229
Fig. 193: Resistencia a Compresión de todas las Unidades a los 28 días	233
Fig. 194: Gráfica de Resistencia a Compresión vs Tiempo	234
Fig. 195: Gráfica de Resistencia a Compresión a los 7, 14, 21 y 28 días	235
Fig. 196: Gráfico de % de cal vs Esfuerzo [40]	236
Fig. 197: Gráfica de Resistencia a Compresión vs tiempo	236
Fig. 198: Grafico de Resistencia a Erosión de 0%, 5% y 10%	238
Fig. 199: Gráfica de Succión de 0% y 10%	239
Fig. 200: Medición de capilaridad.....	241
Fig. 201: Medición de Absorción.....	242

Resumen

Esta investigación tiene como principal objetivo la incorporación de la ceniza de carbón y la cal en porcentajes que están en función del peso del adobe, con el fin de evaluar su erosión y su resistencia. El desarrollo de la investigación se centró en el distrito de Túcume, en primer lugar se realizaron: ensayos in situ para seleccionar el material, ensayos en laboratorio para determinar el suelo más apto con el que se fabricaron los adobes. Por otro lado, se obtuvieron las cenizas de carbón de la ladrillera artesanal y la obtención de la cal en la zona norte de Lambayeque. También abarca ensayos físicos y mecánicos en los dos tipos de adobe, el adobe tradicional de la zona y el adobe con la incorporación de las cenizas de carbón y la cal en 3%, 5%, 8%,10% y 12% para comparar sus propiedades. Asimismo se construyeron Muros tipo Patrón y se realizó una inundación simulada para evaluar la resistencia al estar expuestos al agua. Una vez obtenidos los resultados, se concluyó que la mejora de la resistencia a la erosión y resistencia a compresión del adobe se da con el 10% de adición de cal y cenizas de carbón.

PALABRAS CLAVE: Adobe, Cenizas de Carbón, Cal, Erosión, Resistencia.

Abstract

This research has as main objective the incorporation of coal ash and lime in percentages that are a function of adobe weight, in order to assess its erosion and resistance. The development of the research focused on the district of Túcume, first of all they were carried out: on-site tests to select the material, laboratory tests to determine the most suitable soil with which the adobes were manufactured. On the other hand, coal ashes were obtained from the artisanal brick and the lime was obtained in the northern area of Lambayeque. It also covers physical and mechanical tests in the two types of adobe, the traditional adobe of the area and the adobe with the incorporation of coal ashes and lime in 3%, 5%, 8%, 10% and 12% to compare His properties. Pattern walls were also constructed and a simulated flood was carried out to assess the resistance when exposed to water. Once the results were obtained, it was concluded that the improvement of the erosion resistance and compressive strength of the adobe occurs with the 10% addition of lime and coal ashes.

KEYWORDS: Adobe, coal ashes, lime, erosion, resistance.

I. Introducción

En el pasado, las primeras civilizaciones y casas fueron construidas con tierra, debido a que este material predomina en el ambiente; actualmente, la tercera parte de la población mundial habita en casas de adobe. Hay lugares en los que es convencional este tipo de viviendas y se mantiene esta técnica, y en ciertos países desarrollados continúan llevándose a cabo experimentos e investigaciones sobre las aplicaciones del adobe en viviendas multifamiliares [1].

En nuestro país, debido a sus características geográficas, climatológicas, geológicas y biológicas, está expuesto a la ocurrencia periódica y cíclica de diversos eventos o fenómenos naturales, que producen daños a la población, edificaciones y a otros elementos del ecosistema, afectando la protección y el desarrollo normal de las acciones en los medios urbanos y rurales. Esta problemática, ha pasado a formar parte de las dificultades y vivencias propias y comunes de los peruanos y su ocurrencia origina enormes daños, siendo catalogados como desastres.

Uno de los factores que interviene en esta problemática, son las características climatológicas, que tienen una gran variación en las tres regiones, con zonas áridas en la costa y con zonas muy húmedas en la selva, a lo que debe añadirse la presencia periódica del fenómeno El Niño, que origina inusuales precipitaciones que se concentran mayormente en la zona norte del País, ocasionando grandes inundaciones y daños a la infraestructura y población [2].

El Fenómeno del Niño ocurrido en marzo del año pasado, ocasionó un gran nivel de destrucción física, mayormente en el Norte del país, pueblos enteros quedaron bajo piedras, barro y corrientes turbias de los ríos desbordados. Sin embargo esto, no sólo produjo pérdidas humanas, sino también provocó destrucción física de las construcciones domésticas clásicas.

Los reportes de INDECI señalan que a consecuencia del fenómenos de El niño Costero 162 personas fallecieron, 500 quedaron heridas y 19 desaparecieron. También dejó afectado a 28 mil viviendas, dejándolas en estado de “inhabitables, muy afectadas y colapsadas”.

Según el informe del INEI de alrededor de 3,6 millones de casas en Perú, un cuarenta y siete por ciento del total, están fabricadas de madera, piedra y barro, componentes que las hacen vulnerables en caso de sismo. Sólo 16,1 millones de ciudadanos viven en casas con paredes de material de ladrillo, pues 14,4 millones de habitantes residen en viviendas elaboradas con adobe, quincha, madera, esteras y piedra con barro.

Los lugares que tienen la mayor cantidad de casas de quincha y adobe son: Cajamarca con 10.9%, la Libertad con 9.9%. También Puno con un 32% de casas construidas piedra y barro, e Ica con un 21% de viviendas de esteras.

Según el Reglamento de Edificaciones norma E.080, se detalla al adobe como un bloque macizo de tierra cruda, y puede incluir fibras (pajas) u otro componente que aumente su estabilidad y resistencia contra agentes externos.

Específicamente, la absorción de agua en el adobe está linealmente relacionada con la porosidad del componente, el tamaño de los poros y la estructuración de los mismos que definen el grado de absorción de agua [3].

“Generalmente los adobes son fabricados de manera empírica y artesanal en el lugar de construcción o en alguna zona improvisadas) sin tener en cuenta el ensayo de calidad; lo que produce viviendas o casas vulnerables a movimientos sísmicos de intensidad moderada” [4].

“Al igual que los movimientos sísmicos, las viviendas de adobe son vulnerables frente a la humedad, primordialmente cuando éstas permanecen expuestas continuamente a inundaciones. El agua disgrega la unión existente de las partículas que constituyen el adobe, transformándolo en barro, ocasionando el colapso de estas viviendas” [5].

Como es el caso del distrito de Túcume, a causas de las intensas lluvias del fenómeno del niño, más de 100 viviendas de adobe se desmoronaron como se muestra en el Anexo, fotografía 1, 2,3 y 4.

Por otro lado en la investigación referente a las aplicaciones, procesos de producción y empleo de las cenizas de carbón se obtuvo como resultado números estadísticos, en los que se evidencia que la estabilización de suelos utilizando como insumo las cenizas de carbón ha incrementado desde el año 2000 [6].

Teniendo en cuenta el análisis de la problemática mencionada anteriormente se formuló el problema de investigación ¿Cuál será la evaluación de la erosión y resistencia a compresión del adobe adicionado con cal y cenizas de carbón de la ladrillera artesanal? Para resolver el problema se formuló la hipótesis siguiente: La evaluación de la Resistencia a la Erosión en el adobe disminuye y la Resistencia a la Compresión aumenta con la incorporación de cenizas de carbón y cal en la mezcla de preparación del adobe.

Con la hipótesis formulada se estableció el siguiente objetivo general o principal: Evaluar la Resistencia a Erosión y Resistencia a Compresión del adobe de Túcume adicionado con cal y cenizas de carbón provenientes de las ladrilleras artesanales.

Asimismo, se definieron los objetivos específicos siguientes, Seleccionar la ladrillera de la que se obtendrá la ceniza de carbón y seleccionar el lugar de obtención de cal y Establecer las cinco dosificaciones para la evaluación de las propiedades de erosión y resistencia del adobe.

Seleccionar de las cinco dosificaciones la más adecuada y fabricar las unidades de adobe para realizar los ensayos de físicos y mecánicos. Realizar los ensayos del mortero y efectuar el ensayo de inundación en muros. Comparar costos de cada técnica.

La construcción con adobe es una alternativa viable para atender el déficit de vivienda en gran parte del territorio nacional, ya que representa una alternativa económicamente factible y de bajo impacto ambiental. Además el aprovechamiento de estos compuestos como son: las cenizas volantes y la cal hidratada permitirá la disminución de la contaminación en el medio ambiente, ya que se evitará que las cenizas de carbón sean arrojadas a la intemperie reduciendo el impacto utilizándolos en la construcción de adobes.

Asimismo es importante continuar con las construcciones de adobe ya que existe la disponibilidad de los materiales para su fabricación y no requieren un proceso industrial como otros materiales de construcción empleados actualmente.

En el departamento de Lambayeque se encuentran aproximadamente 115 ladrilleras, ordenadas en todos sus distritos, esto genera un alto grado de contaminación generada por el proceso de cocción del ladrillo, al utilizar esta ceniza en la fabricación del adobe, se pretende mitigar en cierto porcentaje toda esta contaminación.

Las construcciones con material como el ladrillo tienen un elevado costo en comparación con las construcciones convencionales de adobe, puesto que este material se emplea desde la antigüedad y sus componentes principales además de las cenizas y la cal hidratada son de fácil acceso y fabricación, lo cual permitiría reducir costos.

Asimismo el Adobe además de ser un material ecológico, económico, tiene propiedades aislantes que proporcionan reducir el consumo energético y no requiere de mano de obra competente para su elaboración, a diferencia de otros materiales utilizados en el ambiente de la construcción. Desde este punto de vista es importante realizar esta investigación, ya que según datos estadísticos la región Lambayeque tiene una tasa de pobreza considerable, lo cual es un indicador de la necesidad poblacional por tener y utilizar materiales de construcción de bajo costo.

Uno de los enemigos principales de las viviendas de adobe es la humedad, encontrándose en diferentes formas, por ejemplo, la humedad proveniente de las lluvias, deteriorando las paredes

y este daño se produce cuando las paredes quedan expuestas durante un prolongado tiempo al agua.

Es así que otros autores han investigado alternativas que ayuden a mitigar el deterioro del adobe, ya que es un material predominante en la parte sierra y en cierto porcentaje en la parte costa del Perú.

Esta investigación también está orientada al valor de utilizar la ceniza de carbón procedente de industrias ladrilleras artesanales de Lambayeque, ya que con la realización de algunos ensayos se determina que tiene propiedades que benefician el comportamiento de las unidades de adobe, en este estudio esta ceniza solo será procesado por una malla o tamiz para eliminar y retener contaminantes y/o residuos y además de añadirle cal hidratada en la preparación del Adobe. Al realizar esta evaluación se requiere conocer el efecto en la permeabilidad del Adobe al usar las cenizas volantes y la cal, sin que afecte su resistencia, dándole mayor tiempo de duración ante la exposición de las lluvias.

Por lo tanto esta investigación será un aporte en la rama de la construcción, porque podría utilizarse constantemente en las construcciones de adobe, ya que actualmente no existe o no se brinda la capacitación adecuada para la ejecución de viviendas de este tipo y no tienen en cuenta las características de los materiales.

II. Marco Teórico

2.1 Antecedentes del problema

En Perú no existe estudios de que se ha empleado la ceniza de carbón proveniente de fabricas ladrilleras junto a la cal en la construcción de adobes. Pero si se ha usado en la estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas y como un aditivo de función puzolánico para el concreto, reemplazando en cierta parte al cemento. Considerando todo esto, con esa investigación se pretende conocer el efecto en la permeabilidad del adobe usando ambos componentes.

[7]L. Mamani y A. Y ataco, “Estabilización de Suelos Arcillosos aplicando Ceniza de Madera de Fondo, Producto de las Ladrilleras Artesanales en el Departamento de Ayacucho”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad San Martín de Porres, Perú, 2017.

Esta investigación tuvo como fin evaluar el comportamiento de la ceniza de madera de fondo en la estabilización de suelos arcillosos. Se llevaron a cabo pruebas en laboratorio para identificar el comportamiento físico y mecánico del suelo arcilloso estabilizado. Los resultados fueron buenos ya que se comprobó que hay una mejora en el comportamiento de la combinación arcilla-ceniza, a diferencia del suelo puro. Para lograrlo se tuvieron en cuenta diversos factores como, tiempo de compactación, el contenido de agua, curado. Se considero como antecedente porque aplicaban la ceniza de madera que era un tipo de ceniza volante, en la cual se obtuvieron buenas propiedades que permiten mejorar los suelos arcillosos.

[8]R. Pérez, “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos”, Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Geotécnica, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2012.

El propósito de esta tesis es evaluar el efecto y comportamiento al adicionar cenizas de carbón en el suelo arcilloso, para evaluar y conocer las ventajas al usarlo en pavimentación. Para el desarrollo de esta tesis se hicieron pruebas de laboratorio para conocer la composición de la ceniza, así como también de las combinaciones de suelo-ceniza y suelo-ceniza-cemento para conocer su comportamiento, obteniéndose como resultados beneficiosos en factibilidad técnica y sobre todo económica en la construcción de obras de pavimentación usando este compuesto como estabilizador.

[6]K. Cubas y J. Falen, “Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas”, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Señor de Sipán, Perú, 2016.

En este estudio se determinó el efecto de las cenizas de carbón procedente de las ladrilleras de Lambayeque a través de activación alcalina como estabilizante de suelos, se realizaron diversos ensayos correspondientes a los normados para el diseño de carreteras, para las muestras se ensayaron las adiciones de cenizas de carbón con porcentajes: 7%, 14% y 21% y se compararon a las muestras del suelo normal.

Se concluyó que las cenizas de carbón a través activación alcalina desarrollan mejor la estabilización de suelos.

[9]Ramírez Miguel .2011.Deterioro y Estabilización del Adobe. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias de la Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional-México.

Esta investigación pretende demostrar que el deterioro del adobe disminuye con la incorporación de cal hidratada a la mezcla de arcilla y agua, esto se demostró fabricando adobes y realizando los ensayos correspondientes, por ejemplo: densidad, resistencia al golpe de agua y los ensayos de control de calidad, lo cual permitieron comprobar la hipótesis planteada en esta investigación.

[10]Calabuig Rafael.201.Efecto de la Adición de cal en las propiedades mecánicas y durabilidad de hormigones con altos contenido en cenizas volantes silíceas. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia-España.

En esta investigación se evalúa los efectos de la mezcla entre las cenizas volantes y la cal hidratada, también incluye investigaciones acerca del comportamiento puzolánico de la cal hidratada. Se hicieron estudios de variabilidad del hormigón en contra a corrosión y sulfatos de las armaduras. Los resultados que se obtuvieron fueron que el empleo de cemento y cal tiene el mismo comportamiento a los finos calizos, obteniendo mejora en su resistencia a corto plazo. Sin embargo la mezcla de cal, cenizas y cemento mejora la resistencia mecánica a todas las edades.

[11] C.Diaz y V.Puyén. “Evaluación de la Resistencia del Adobe estabilizado a la acción del agua adicionando Jabonato de Alumbre o Mucílago de Cactus de San Pedro. Tesis para optar el título de ingeniero Civil Ambiental, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo”, Perú, 2019.

En este estudio se evalúa la incorporación del mucilago de cactus y el jabonato de alumbre en el adobe. Se realizan diversos ensayos y pruebas para determinar que dosificación otorga

mejores resultados. La conclusión que se puede destacar es la elección del lugar de fabricación de adobe, ya que seleccionaron 3 lugares y recomiendan seleccionar uno, es por eso que en esta investigación solo se selecciona el lugar de Túcume.

2.2. Bases teórico-científicas

2.2.1. El adobe

2.2.1.1. Definición

El término “adobe” viene del egipcio “thobe” (ladrillo) traducido en árabe “ottob”, convertida “adobe” en español y algunas veces llamado “toub” en francés. [12]

Los adobes son bloques de tierra cruda, los cuales son fabricados con arena, agua y arcilla, fabricados y luego moldeados en forma de ladrillo, posteriormente secados a la intemperie o bajo el sol. Esos adobes son de tamaño mayor al de un ladrillo. [13, p. 19]

El reglamento peruano NTP. E. 080 Adobe, se define a las unidades de adobe como un sólido sin cocer de tierra, que puede incluir paja u otro componente que aumente su estabilidad en contra de agentes externos.

La tierra adecuada para la fabricación de adobes estará formada aproximadamente entre un porcentaje de 15% - 25% de limos, entre 10% - 20% de arcilla y 55% - 70% de arena. Resaltando que la tierra no debe ser de cultivo. [14]

2.2.1.2. Propiedades del adobe

2.2.1.2.1. Propiedades mecánicas

a) Regenerativos

El tapial y el adobe, por estar compuesto por compuestos locales y estar a la intemperie en el medio ambiente, pueden reintegrarse totalmente a la naturaleza después que la edificación o vivienda ya haya cumplido su vida útil. Sin embargo, el concreto, el cemento y el ladrillo no se reincorporan al medio, luego de que la vivienda ha perdido su vida útil, permaneciendo como desperdicio y originando un impacto ambiental en mayor magnitud. [15, p. 27]

b) Resistencia al fuego

La resistencia de estos componentes puede ser menor a otros productos existentes como por ejemplo, el ladrillo. Una vivienda de tapial y adobe adecuadamente construido y conservado puede lograr superar sencillamente los cien años de vida útil en perfecto estado. Es decir con el mantenimiento y cuidado apropiado, una vivienda construida de adobe podría sostenerse de forma indefinida. [15, p. 27]

c) Resistencia al desgaste causado por lluvias

Es la característica que adquieren los bloques de adobe de soportar el resultado de las precipitaciones continuas sin modificar su funcionalidad. [4, p. 31]

d) Resistencia mecánica

El adobe es un elemento constructivo con importancia baja de resistencia a compresión y a tensión contrarrestados con otros elementos que lo sobrepasan en gran valor, sin embargo, su dimensión mecánica es beneficioso para fabricar y al seguir sus normas y dimensiones geométricas del material, además de una conservación adecuado, pueden efectuarse edificaciones cuantiosamente resistentes y sostenerse en pie y en óptimas condiciones en más de 100 años. [13, p. 29]

2.2.1.2.2. Propiedades físicas

a) Confort térmico

La propiedades más sobresalientes del adobe es su termicidad, que representa el rango de temperatura de confort que tienen interiormente las viviendas fabricadas con adobe, teniendo en cuenta el clima que predomina en la zona, de tal manera que en invierno, la temperatura interna de una vivienda de adobe se conserva cálida, en tanto que se conserva fresca en los meses de calor.

El bajo valor de conductividad térmica del adobe, de 0.50 a 0.70, lo convierte en uno de los materiales con menor conductividad térmica. [13, p. 29]

b) Variabilidad dimensional

La variabilidad dimensional es el cambio existente de las caras contrarias de los bloques de adobe, ya sean altura, largo y ancho. Las dimensiones absolutas son características de geometría que ningún adobe conserva correctamente. El efecto de estos desperfectos geométricos en la construcción de muros se presenta en la exigencia de hacer juntas de mortero superiores a las apropiadas. [4, p. 31]

c) Aislamiento acústico

Las viviendas de adobe son aislantes acústicos por naturaleza; su masa impide el paso del aire que dirige el sonido y su composición molecular porosa asimila la energía acústica obtenida, una parte principal es aspirada, a diferencia de elementos más lisos y homogéneos como el vidrio o el concreto que transfieren más frecuencias perceptibles. Un muro de adobe de 40cm de grosor permite el paso de 56 decibeles medidos en una frecuencia que puede considerarse como de ruido ambiente, lo cual rebasa el nivel óptimo para una estancia, esto

demuestra que el adobe logra el aislamiento demandado sin necesidad de recubrimientos o aislantes artificiales contaminantes costosos. [13, p. 30]

2.2.1.3. Composición del adobe

a) Limo

Estos compuestos no poseen cohesión porque son secos y de resistencia a fricción mínima a las arenas, pero con existencia de agua su cohesión incrementa, además de poseer cambios en volumen producto de que se expanden contraen. [12, p. 28]

b) Arcilla

Es el compuesto que proporciona cohesión a los suelos incorporando a los suelos gruesos, sin embargo en las arcillas húmedas se exhiben cambios muy drásticos en la composición del suelo, por su inestabilidad en comparación a las arenas. [12, p. 28]

c) Arena

Son granos minerales, a pesar de tener estabilidad no tienen cohesión por secar, sin considerables desplazamientos entre las partículas que las conforman, pero con una fuerte fricción interna. [12, p. 28]

d) Agua

Es un componente esencial para el proceso de hidratación de las unidades de adobe y el aumento de sus propiedades, por consiguiente, este elemento debe satisfacer requisitos para realizar su función en el proceso química, sin provocar problemas adyacentes, si posee ciertas compuestos o sustancias dañinas. [15, p. 23]

El agua de mezcla para el Adobe tiene como uso los siguientes:

- Reaccionar con la tierra para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad de la mezcla

En consecuencia, la cantidad de agua que participa en la mezcla es generalmente por motivos de trabajabilidad, que es superior de la que se necesita para la hidratación de las unidades de Adobe. Para la utilización del agua de mezcla nos basamos en la utilización del agua óptima para el consumo humano, cumpliendo con los límites nominales de referencia en lo que se refiere al contenido de carbohidratos y sulfatos. [15, p. 23]

e) Paja

Este componente aminora las contracciones que se producen en el secado al aire libre del adobes y mejorando su adherencia, consiguiendo aumentar el muro de adobe al aumentar su adherencia con los revestimientos y el mortero; las fibras o pajas son de diferentes tipos, es

ideal emplear la fibra en trozos de 5 cm a 10 cm y preferentemente en porcentaje de 1% en peso, si el porcentaje es excesivo reduciría la resistencia del adobe. [16]

2.2.1.4. Fabricación del Adobe

2.2.1.4.1. Selección de Suelo

La tierra necesaria que se emplea en la fabricación de adobes debe estar compuesta por 15 - 25% de limos, 10 - 20% de arcilla y 55 - 70% de arena. La tierra empleada no debe ser de cultivo. [14].

El material de tierra con que se fabrican las unidades de adobe, debe ser limpia sin desperdicios ni piedras. Los suelos arcillosos producen mayormente rajaduras y encogimiento. Los suelos arenosos no cuentan con suficiente adherencia de partículas, los bloques de adobes se desmoronan. Los suelos con exceso contenido de materia orgánica no son aprobados para la fabricación por su menor resistencia y limitada duración ante la humedad. Los suelos que contienen sales solubles, atraen la humedad, por lo tanto se debe desaprobar este tipo de suelo. [17, p. 14]

2.2.1.4.2. Hidratación previa

Se recomienda hidratar el suelo, es decir, combinándolo saturándolo, y luego dejarlo reposar o “dormir” de 1 a 3 días antes del moldeo de los adobes. A este procedimiento, que aumenta la Trabajabilidad del suelo, aminora el agrietamiento mientras se produce el secado y aumenta las propiedades del adobe, se le denomina: hidratación previa, “podrido” o “fermentación “del suelo. El objetivo de esta hidratación de la combinación es saturar las partículas arcillosas y eliminar los terrones. [15, p. 29]

2.2.1.4.3. Dimensionamiento

Los bloques de adobes podrán ser de sección rectangular o cuadrada y para el caso de intersecciones con ángulos menores o mayores de 90°, de maneras especiales. Las dimensiones de las secciones deberán centrarse a proporciones siguientes:

Para unidades de adobes de secciones rectangulares, la dimensión del largo debe ser aprox. el doble del ancho. Asimismo, la relación entre la altura y el largo debe ser de 4 a 1.

Generalmente la altura debería ser mayor a 8 cm. [18]

Para facilitar la construcción, e comportamiento mecánico se recomienda la sección cuadrada del adobe. Las secciones más comunes de elaboración son:

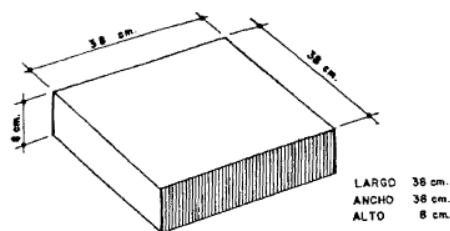


Fig. 1: Dimensiones del Adobe [19]

Al agregar el mortero de pega con espesor promedio de 2 centímetros. Las dimensiones lineales serían:

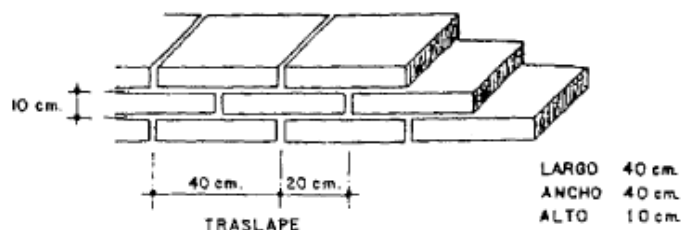


Fig. 2: Adobe con mortero de pega [19]

2.2.1.4.4. Preparación de barro

En la elaboración del barro, después de seleccionar la tierra, se extraen las piedras y algunos otros elementos residuales o extraños.

Esta tierra tiene que estar humedecida por completo y luego debe permanecer reposando entre 1-2 días, antes de moldear los adobes. [17, p. 14]

2.2.1.4.5. Mezclado

El mezclado en la preparación del adobe puede realizarse de manera manual o mecánica dependiendo del volumen de material que se necesite y sobre todo de la disponibilidad de equipo y mano de obra con que se tenga. [17, p. 15]

2.2.1.4.6. Moldeo

El proceso de moldeo de los bloques de adobe posibilita utilizar moldes con fondo o sin fondo. El empleo de molde sin fondo admite aumentar el avance, pero se logra una menor compactación pero genera mayor fatiga del trabajador al realizar el moldeo del adobe en el suelo. El empleo de molde con fondo, ciertamente el rendimiento es menor, se obtiene compactación superior y el moldeo se realiza de pie, reduciendo la dificultad del trabajador. En cualquier caso, el molde se perfecciona con una regla usada para cortar el residuo desmesurado de barro. [20]

A continuación de cada empleo, se limpia el molde y debe esparcirse con arena para prevenir que el barro quede pegado. El tiempo de secado necesita del clima, el cual puede tardar de dos a cuatro semanas. [17, p. 15]

Si el ambiente es cálido, debe ser imprescindible secar las unidades de adobes a la sombra en el transcurso de los dos primeros días para eludir un secado áspero que produciría un alto porcentaje de residuos por agrietamiento. [17, p. 15]

Aunque la consistencia de los bloques de adobes lo permita (tres a cinco días) deben disponerse de canto para garantizar un secado uniforme y más raudo y así previamente, podrá agruparse de manera que se expanda el aire entre las unidades de adobes, hasta concluir su secado. [17, p. 15]

2.2.1.4.7. Secado y almacenamiento

El lugar de secado o “tendal” deberá estar nivelada, limpia y sobre todo lo necesariamente amplia para acoger la fabricación de varios días. Para eludir la adherencia entre el suelo y el adobe del tendal, que produciría rajaduras y grietas, se dispone de una capa de arena fina, u otro material que pueda ser sencillamente separado de las unidades de adobe. [17, p. 15]

2.2.2. Componentes adicionales

El código ASTM 618-78, expone “las puzolanas son materiales silíceos o aluminosos que por sí mismos poseen poco o ningún valor cementante, pero que finamente divididos y en presencia de humedad, pueden reaccionar químicamente con el hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) a temperatura ambiente para formar compuestos con propiedades cementantes”. [14]

2.2.2.1. Cal hidratada

La cal ha sido un elemento de construcción fundamental desde aprox. 10.000 a. C. Incluso en los años iniciales de Roma, se manifiestan las primeras referencias en relación a la relevancia de plasticidad de la cal. Las características que brindan son: en mortero fresco viscosidad, retención de agua y plasticidad; y en mortero endurecido, carbonatación y resistencia mecánica por reacción puzolánica.

Además la cal integra materiales cementantes para aumentar su reactividad y finalizar su estructura, como:

- a) Activación escoria de alto horno con CL y sales de calcio soluble.
- b) En conglomerante cal-puzolana como adición mineral activa.

Las cales hidratadas son de tres tipos: calcárea, dolomítica monohidratada y domolimitica dihidratada. El grado en que una cal es calcárea o dolomítica puede expresarse con el coeficiente

calcio-magnesio. Aunque generalmente las cales calcáreas tienen menos del 2% de MgO y las cales dolomíticas entre 25% y el 45%, no hay límite fijo. [21, p. 24]

La cal reacciona con los minerales presentes en la arcilla en el suelo de 2 maneras. La primera, iónica por naturaleza, es una compleja reacción en la cual el exceso de cationes de calcio, proporcionado por la cal, produce, por su operación de saturación sobre las moléculas de arcilla, una floculación del suelo y también un intercambio de calcio con otros cationes en la estructura de la arcilla. Por esta reacción la plasticidad se reduce, la facilidad para manipular el suelo mejora mucho, y las variaciones de volumen debidos a la humedad son menos importantes. La otra reacción que toma lugar mientras el suelo está compactado es por su naturaleza, puzolánica. Minerales de cuarzo, del tamaño del limo fino, también de minerales de la arcilla, toman muy probablemente lugar de esta reacción. [21, p. 137]

2.2.2.2. Cenizas de carbón

Las cenizas de carbón se clasifican en cenizas volantes, cenizas de fondo y combinados; las cenizas volantes son restos que se localizan en el fondo de las calderas y tienen diámetros de partículas superiores a 0.075 mm (retenido malla n°200) características pertenecientes al carbón inquemado, el restante generalmente es empleado en investigaciones como material de relleno porque no tiene un mayor potencial puzolánico; las cenizas de fondo son restantes que se retienen en los filtros de las calderas y tienen diámetros por debajo de los 0.075 mm (pasante malla N° 200), este ha manifestado obtener reacciones en microestructuras cristalinas y amorfas comenzando la síntesis de aluminosilicatos alcalinos con una solución activadora de hidróxido alcalino y silicato alcalino, a este resultado se le denomina geopolímero lo que significa que se puede adquirir características puzolánicas semejantes a las del cemento Pórtland. [6]

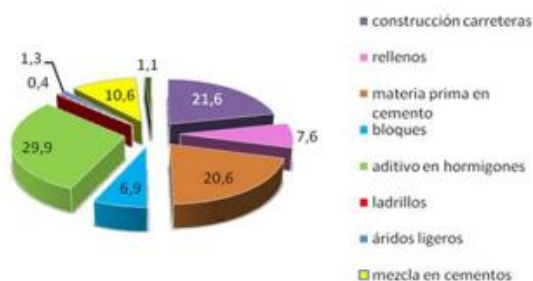


Fig. 3: Principal Uso de la Aplicación de las cenizas de carbón distribuidas porcentualmente. [22]

Algunas cenizas volantes que poseen unas cualidades especiales de composición y finura, se utilizan como auxiliar del cemento en algunas formulaciones de concreto y morteros, a los que se les requiere ciertas durabilidad y resistencia. La característica puzolánica de las cenizas

volantes (reactividad con cal) junto a su gran finura, admite sustituir el cemento de gran interés económico y técnico que permite utilizar una gran parte, y son en promedio el 15% de la ceniza volante producida en la elaboración de concreto. [23, p. 26]

a) Clasificación de ceniza volante:

La norma ASTM-C-618-03 concreta el nombre de ceniza volante como: “El residuo finamente dividido que resulta de la combustión del carbón mineral o molido finamente y que es trasladado en el flujo gaseoso”.

La norma ASTM-C-618-03 clasifica en 3 los tipos de ceniza volante:

- Clase N: Puzolanas naturales calcinadas o sin calcinar, como ciertas tierras horstenos, diatomáceas; pizarras y opalinos; cenizas volcánicas o pumíticas y tobas, calcinadas o sin calcinar; y varios materiales que solicitan de calcinación para impulsar propiedades satisfactorias, como algunas pizarras y arcillas.
- Clase F: Ceniza volante generalmente es producida de la calcinación del carbón bituminoso o antracítico. Esta tipo de ceniza volante posee características puzolánicas.
- Clase C: Ceniza volante generalmente es producto de la calcinación del carbón subbituminoso o lignito. Este tipo de ceniza volante aparte de tener propiedades puzolánicas posee propiedades cementicias.

Los requerimientos químicos de ambas clases de Cenizas Volantes se presentan en la [Tabla I](#). Las CV de clase C se origina generalmente de lignito o por la combustión del carbón subbituminoso. Esta clasificación de ceniza volante posee características puzolánicas y cementantes. El término cementante quiere decir que el material se endurece en presencia del agua y el término puzolánico quiere decir que en presencia de agua, las cenizas volantes reaccionan con el hidróxido de calcio a temperaturas ordinarias, para generar además elementos de cemento. Las CV clase F se originan a partir de la combustión del carbón bituminoso o de antracita y se explica que solo poseen propiedades puzolánicas. [6]

TABLA I
Requerimientos Químicos de Ceniza Volante de acuerdo a ASTM C618

Composición Química		Clase	
		F	C
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Min %	70	50
SO ₃	Max %	5	5
Contenido de Humedad	Max %	3	3
Pérdida por Ignición	Max %	6	6

Nota: Se mencionan los requerimientos según la clase de CV dispuesto por la ASTM C618 [6]

2.2.3. Morteros

Según la NTP. E 080 Adobe , los morteros se dividen en dos grupos:

- a) Tipo I : (en base a tierra con algún aglomerante como cemento, cal, asfalto, etc.)

Mortero de suelo y algún aglomerante como cemento, cal o asfalto. Se debe utilizar la cantidad de agua que admita una apropiada trabajabilidad. Las proporciones necesitan de las características granulométricas de los agregados y de las características principales de otros elementos que puedan emplearse. [24]

- b) Tipo II: (en base a tierra con paja)

La estructura del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y no tendrá mejor calidad que las mismas. Deberá emplearse la cantidad de agua óptima para una mezcla trabajable.

Las juntas verticales y horizontales no deberán superar los 2 centímetros y deberán ser saturadas completamente. [24]

2.2.4. Muro patrón

2.2.4.1. Características del muro

El muro Patrón es un muro completamente de adobes tradicionales o convencionales que no tienen ningún recubrimiento y sin ningún refuerzo vertical ni horizontal. [25]

El muro tiene juntas verticales y horizontales de dos centímetros de espesor las cuales están fabricadas con un mortero Tipo II. [14]

Esta muestra servirá como componente comparativo entre los tres tipos de muros para conseguir los resultados respectivos.

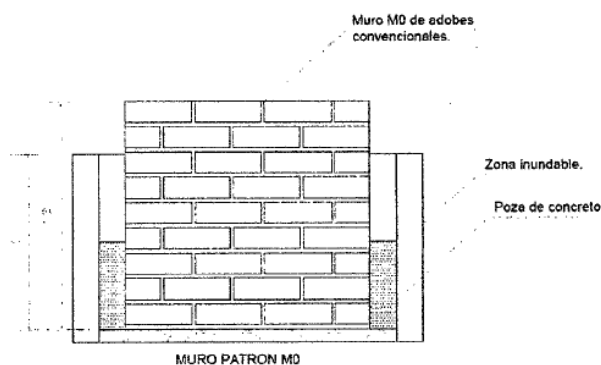


Fig. 4: Sección transversal del Muro Patrón. [5]

2.2.5. Normas Técnicas Peruanas (NTP)

2.2.5.1. Norma E.050: Suelos y Cimentaciones

En esta norma se establecen los requisitos o criterios para la realización de los EMS, con objetivos de edificaciones, cimentación entre otras obras señaladas en esta Norma. Estos estudios de suelos se realizarán con el objetivo de afirmar la estabilidad y seguridad de las obras. [24]

2.2.5.2. Norma E.070: Albañilería

La norma e.070 abarca los criterios y los mínimos requisitos para tomar en cuenta en el análisis, en el diseño de los materiales de construcción, realizando un control de calidad en edificaciones de albañilería que son estructuradas por muros armados y confinados. [24]

2.2.5.3. Norma E.080: Adobe

Esta norma abarca lo correspondiente al adobe tradicional o estabilizado como una unidad en la construcción de albañilería, así también como los parámetros, diseño y comportamiento del mismo. [14]

2.2.5.4. Suelos: Cuarteo, Obtención en laboratorio de muestras representativas (NTP 339.089)

Constituye los procesos en el laboratorio de la muestra que se necesitaría para elaborar las pruebas, de manera que estas sean representativas de la muestra inicial. [24]

2.2.5.5. Suelos: Método de Ensayo de Contenido de Humedad de un Suelo (NTP 339.127 o ASTM D2216)

El presente ensayo determina la metodología para conocer el contenido de humedad de una muestra de suelo. [24]

2.2.5.6. Suelos: Método de Ensayo de Análisis Granulométrico (NTP 339.128 o ASTM D422)

La NTP abarca la metodología para conocer la distribución por tamaño de las partículas de los agregados por tamizado. [24]

2.2.5.7. Suelos: Método de ensayo para determinar el Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos (NTP 339.129 o ASTM D4318)

La NTP indica esta prueba para definir el límite plástico, límite líquido e índice de plasticidad de una muestra de suelo. [24]

2.2.5.8. Suelos: Método de ensayo para determinar el Peso Específico Relativo de las partículas Sólidas de un Suelo (NTP 339.131 o ASTM D854)

La norma especifica la metodología de esta prueba para conocer el peso específico relativo de las partículas sólidas de las muestras de suelos utilizando el picnómetro. [24]

2.2.5.9. Suelos: Método para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) (NTP 339.134 o ASTM D2487)

Determina el sistema o método de clasificar los suelos minerales y orgánicos minerales para objetivos ingenieriles, correspondiente a conocer en el laboratorio las características granulométricas, límites líquidos e índice plástico. [24]

2.2.5.10. Suelos: Método de ensayo normalizado para la determinación de Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea (NTP 339.152)

La norma especifica el proceso de un extracto acuoso para conocer el contenido de sales solubles en la muestra de suelos. También, el procedimiento de ensayo que se determina los sólidos disueltos en aguas (TDS), por eso además es aplicable a muestras de agua subterránea. Los resultados obtenidos de estos procedimientos son de utilidad en la construcción civil. [24]

2.2.5.11. Unidades de Albañilería: Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto (NTP 399.604:2002)

Esta norma indica el proceso para el muestreo y los procedimientos a realizar para el ensayo de las unidades de albañilería y unidades de concreto para conocer las medidas, y resistencia a compresión, resistencia a la absorción y el peso unitario (densidad y contenido de humedad) [24]

2.2.5.12. Unidades de Albañilería: Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de primas de albañilería. (NTP 399.605.2018)

Esta norma indica el procedimiento para la elaboración del ensayo de prismas de albañilería y los resultados para conocer la resistencia a la compresión, f_m , denominada para establecer el cumplimiento de la resistencia a compresión, f'_m . Cuando este método es utilizado con objetivos de investigación, estos procesos de elaboración y ensayos contenidos, se usaran para referenciarlos con los parámetros de control. Este método también cubre los procedimientos para establecer la resistencia a la compresión de prismas obtenidos a partir de muestras extraídas en obras de albañilería. Los valores indicados en unidades internacionales deberán ser referenciados como valores estándar. Estos valores serán solo informativos. [24]

2.2.5.13. Unidades de Albañilería: Especificación normalizada para morteros (NTP 399.610:2013)

Esta norma Técnica Peruana establece para morteros usados en la construcción de estructuras de albañilería reforzada y no reforzada. Se estudian cuatro tipos de morteros en dos especificaciones alternativas: (1) especificación de proporciones y (2) especificación de propiedades. NOTA 1: Cuando la especificación del espécimen se utiliza para calificar los morteros de albañilería, los laboratorios de ensayo que realizan los métodos de prueba deberían ser evaluados de acuerdo con la práctica del ASTM C1093. Cuando no se indique ninguna de las dos especificaciones de proporciones o de propiedades, la especificación de proporciones se utilizará como norma. [24]

2.2.5.14. Unidades de Albañilería: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (NTP 399.613:2017)

Esta norma constituye los procedimientos para el muestreo y ensayo de los ladrillos de arcilla cocida, utilizados en albañilería. Este reglamento se aplica para el control de calidad de los ladrillos de arcilla cocida usados como bloques de albañilería. [24]

2.2.5.15. Unidades de Albañilería: Método de ensayo normalizado para evaluar la durabilidad de las unidades de albañilería de concreto bajo condiciones de congelamiento y deshielo. (NTP 399.614:2016)

Esta norma indica la metodología de ensayo para establecer la resistencia al deshielo y congelamiento de las unidades de albañilería de concreto y otras unidades de concreto

relacionadas. Los bloques son ensayadas en agua o en una solución salina de agua al 3% dependiendo del uso a que se destine la unidad en servicio. [24]

2.2.5.16. Unidades de Albañilería: Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la tracción por compresión de las unidades de albañilería (NTP 399.615:2016)

La NTP indica los procesos para conocer la resistencia a la tracción por compresión de las unidades de albañilería)

2.2.5.17. Unidades de Albañilería: Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería (NTP 399.621:2004)

Esta norma constituye la metodología de ensayo para la obtener de la resistencia a la compresión diagonal (corte) en muretes de albañilería de dimensiones mínimas de 600 mm x 600 mm, a través de la aplicación de una carga de compresión en una diagonal, produciendo de esa manera una falla producida por tracción diagonal que hace que el espécimen se fisure paralelamente a la aplicación de la carga. [24]

2.2.5.18. Unidades de Albañilería: Métodos de ensayo para evaluación de morteros de albañilería, antes y durante la construcción (NTP 399.622 2006)

Esta norma presenta los procesos de ensayo y muestreo para obtener las características de los morteros y sus propiedades en estado endurecido y fresco, antes y durante de utilizarse en la construcción. Evaluación antes de la construcción: esta metodología de ensayo admite la comparación de morteros fabricados con distintos materiales, en condiciones de campo simuladas; también se aplica para la evaluación comparando morteros en campo. Evaluación en obra: Esta metodología se aplica para analizar la garantía del mortero pre-mezclado. Implican procesos para comprender las porciones de mezcla del mortero, comprobar los valores obtenidos de los ensayos del mortero en obra con los ensayos previos en laboratorio, y conocer en cierta tanda la uniformidad del mortero. Los valores procesados con esta prueba no pertenecen a los requeridos para satisfacer los mínimos valores de compresión propuestos en la NTP 399.610. [24]

2.2.5.19. Unidades de Albañilería: Método de ensayo normalizado de absorción del agua de morteros de albañilería (NTP 399.631:2010)

La norma, proporciona la metodología de ensayo para conocer la tasa de absorción del agua en morteros de albañilería. [24]

2.2.3.20. Unidades de Albañilería: Aditivos para morteros de albañilería (NTP 399.532:2010)

Esta norma brinda los requisitos y clasificación de los componentes adicionales empleados en morteros de albañilería. [24]

2.2.5.21. Unidades de Albañilería: Terminología y definiciones (NTP 399.633:2017)

Este reglamento propone los términos y las definiciones principales utilizados en la albañilería. Esta norma se emplea en unidades de arcilla, adoquines de concreto, tejas, bloques de concreto, unidades de albañilería silico-calcáreas. [24]

2.2.5.22. Unidades de Albañilería: Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción indirecta de las unidades de albañilería (NTP 399.634:2010)

Esta norma Técnica Peruana, indica la metodología para obtener la resistencia a la tracción indirecta de los bloques de albañilería. [24]

2.2.5.23. Concreto: Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339-078)

Esta norma Técnica Peruana, presenta el procedimiento y la metodología para obtener la resistencia a la flexión de vigas simplemente apoyadas, ensayadas con cargas a los tercios de la luz. [24]

2.2.5.24. Concreto: Método de ensayo para determinar la resistencia a la Tracción por Compresión diametral de Probetas de Concreto (NTP 339-084)

Esta norma Técnica Peruana, muestra el procedimiento y la metodología para obtener la resistencia a tracción por compresión diametral aplicando una fuerza axial a lo largo de la muestra cilíndrica. [24]

III. Metodología:

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

Según el libro Metodología de la Investigación [26]. El tipo de investigación referente al fin que se persigue es: Aplicada, ya que el fin de esta investigación es solucionar una realidad problemática y no el de descubrir un nuevo conocimiento. De acuerdo a la metodología es: Experimental, ya que la hipótesis de esta investigación se verificará mediante la manipulación de las variables para lograr los objetivos. De acuerdo a los datos analizados es: Cuantitativa y Cualitativa, porque una manera de identificar la realidad y estudiar el problema mediante la recolección y análisis de datos. En esta investigación se realizarán ensayos, mediciones y se usaran variables en valores numéricos así como también variables y aspectos cualitativos.

Asimismo por las características de esta investigación alcanza el nivel Descriptivo porque se utilizaran parámetros y procedimientos de estudio para determinar la incidencia de la adición de cal y la ceniza resultado de las ladrilleras, en mejorar la erosión y resistencia del Adobe.

3.2. Diseño de Investigación

El diseño de esta investigación se clasifica como Experimental, para ello se tendrá en cuenta las siguientes características: Manipulación y medición de variables, Control y comparación de resultados. Estos resultados se obtendrán con la realización de diversos ensayos que se plantearon con el fin de determinar el comportamiento de las muestras adicionando los componentes seleccionados.

3.2.1. Hipótesis

La hipótesis que se propone es: La resistencia y la erosión a compresión del Adobe del distrito de Túcume mejorarán con la adición de cal y las cenizas de carbón, proveniente de la ladrillera artesanal, en la mezcla de preparación del adobe.

3.2.2. Diseño de Contrastación de la Hipótesis

El diseño de contrastación de hipótesis en esta investigación se centra a la metodología de ensayos comparativos, que son comparaciones experimentales con las que se evaluará el comportamiento de las unidades de adobe y muros de adobe tradicionales de la zona y el comportamiento de los bloques de adobe con la incorporación de cenizas de carbón y cal.

3.3. Población, muestra de estudio y muestreo

3.3.1. Población

La población es el conjunto de los casos que relacionan con determinadas especificaciones. La población debe centrarse claramente a las características de contenido, así como también en las características de lugar y del tiempo. [26]

La población de esta investigación: se clasifica en:

La población de Unidades de Adobe: Está comprendida por el adobe tradicional de 20x30x10, y los adobes con la incorporación de cenizas de carbón y cal en 3%,5%,8%,10% y 12% con respecto al peso del adobe. Se delimitó el lugar de fabricación de estas unidades de Adobe, eligiéndose al distrito de Túcume, ya que existen antecedentes de otras investigaciones sobre el tipo de suelo encontrado en este distrito, encontrándose como resultado que este suelo tiene mejores características para fabricar adobes, a diferencia de otros distritos que siguen realizando esta actividad.

La norma peruana E-0.50: Suelos y Cimentaciones describe el tipo de muestras respecto a los requerimientos que deben atenderse en cada caso, correspondiente al terreno que representan. En este caso para esta investigación la ubicación de las muestras de suelo son en el mismo terreno de fabricación del adobe. Es decir se tomarán muestras tipo Mib y Mab del mismo material de arcilla para los ensayos en laboratorio.

En este caso se realizará un total de 9 ensayos en las unidades convencionales y en las bloques de adobe con la incorporación de cenizas de carbón y cal, teniendo una población de 300 unidades de adobes.

La población de Cenizas: Para delimitar la población de cenizas de carbón proveniente de las ladrilleras artesanales se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

Según el estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú elaborado por el Ministerio del Ambiente, “en el Perú existen 1700 hornos de ladrilleras para la fabricación de ladrillos artesanales”. Las cuales generan alrededor de 53.500 toneladas/7año de ceniza de fondo.

Asimismo, señalan que en el Departamento de Lambayeque se encuentran 115 ladrilleras artesanales, distribuidas en los siguientes distritos, tal como se presenta en la Tabla 2.

Tabla II:
Número de ladrilleras artesanales en el departamento de Lambayeque

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA	EMPRESAS
Lambayeque	Chiclayo	José Leonardo Ortíz	Carretera Chiclayo-Ferreñafe	50
Lambayeque	Chiclayo	Chiclayo	Salida de Chiclayo hacia el Sur	10
Lambayeque	Chiclayo	Monsefú	Monsefú-Caserío Callanca	25
Lambayeque	Ferreñafe	Ferreñafe	Chiclayo- salida a Ferreñafe	10
Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	Salida a Lambayeque	20
TOTAL				115

Nota: Se menciona la cantidad de ladrilleras artesanales distribuidas en el departamento de Lambayeque. [27]

Como se observa en el distrito de Lambayeque se encuentran 20 ladrilleras distribuidas en todos sus distritos, de las cuales se descartan algunas porque utilizan como combustible diferentes insumos, entre los más usados se encuentra: Llantas usadas, artículos de plástico, Leña, Aserrín, Carbón de Piedra y Petróleo Residual. Y esta investigación solo se basa en las ladrilleras que usan como combustible el carbón.

Basándonos en esas cifras, se realizaron visitas a diversas ladrilleras para corroborar el empleo de este tipo de combustible, la ubicación de estas ladrilleras se tuvieron en cuenta de acuerdo a la cercanía con el lugar de fabricación de adobes. Se encontró que 3 ladrilleras usaban el carbón como combustible, las cuales pertenecen a los distritos de Illimo, Pacora y Lambayeque, en las siguientes figuras 5 y 6 se muestra la ubicación de la ladrillera Illimo, de la cual se obtuvieron las cenizas por tener mejores propiedades en comparación a las otras dos.



Fig. 5: Ladrillera Artesanal



Fig. 6: Ladrillera Artesanal

3.3.2. La muestra

Las muestras son elementos que pertenecen al conjunto definido como población. [26]
Las muestras para la población de adobe, serán los bloques de adobe tradicional, y los bloques de adobe con la incorporación de cenizas de carbón y cal utilizadas en los ensayos para evaluar sus propiedades.

Las muestras para la población de cenizas de carbón, será una de las tres ladrilleras en funcionamiento. Es así que se escogerá la ladrillera con la ceniza que tenga mejores propiedades puzolánicas, para lo cual se realizó un ensayo químico.

3.3.3. Muestreo

Para el muestreo la metodología a seguir es No Probabilístico, porque las muestras y la población concuerdan con el mismo valor numérico, es decir todas las muestras de la población de unidades de adobe forman parte de la muestra. Sin embargo, en el caso de la muestra de cenizas será una, ya que de las tres ladrilleras se seleccionará la que mejores propiedades tenga.

3.4. Criterios de Selección

El reglamento en la norma E.080: Adobe, muestra los alcances y las especificaciones a seguir en cada ensayo, asimismo recomienda cuantos especímenes como mínimo corresponde ensayar. Sin embargo no todos los ensayos considerados en esta investigación están normados, se adaptó el criterio para seleccionar la cantidad de muestras.

En resumen se muestra el siguiente cuadro:

Para el ensayo de Erosión Acelerada se evaluará 5 dosificaciones: 3%, 5%, 8%, 10% y 12%. Tal como se presenta en la tabla III. De las cuáles solo se seleccionará una, la que tenga mejores resultados en relación a la muestra Patrón que representa el 0%.

TABLA III:
Cuantificación de muestras de Erosión Acelerada

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					
EROSIÓN ACCELERADA	0%	3%	5%	8%	10%	12%
	6	6	6	6	6	6
TOTAL DE UNIDADES:	36					

Nota: Se muestra la dosificación empleada para el ensayo descrito

Del mismo modo para la elaboración del ensayo de Resistencia a Compresión en adobes se evaluará 5 dosificaciones: 3%, 5%, 8%, 10% y 12% y se seleccionará la dosificación con mejores resultados en relación a la muestra Patrón (0%). Sin embargo en este ensayo se adaptó la NTP 399.613 que indica que las muestras de concreto deben ensayarse a los 7, 14 y 21 días, es así que se hizo de la misma manera el ensayo de Resistencia a la Compresión en adobe teniendo un número de muestras totales tal y como se presenta en la Tabla 4.

TABLA IV**Cuantificación de muestras de Resistencia a Compresión en Bloques de Adobe**

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					
RESISTENCIA A COMPRESIÓN	0%	3%	5%	8%	10%	12%
7,14,21,28 DIAS	6	6	6	6	6	6
TOTAL DE UNIDADES:	72					

Nota: Se muestra la dosificación empleada para el ensayo mencionado

TABLA V**Cuantificación de muestras de Variación Dimensional**

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					
VARIACIÓN DIMENSIONAL	0%	3%	5%	8%	10%	12%
TOTAL DE UNIDADES:	6	6	6	6	6	6
TOTAL	36					

Nota: Se muestra la dosificación empleada para el ensayo mencionado

Para el ensayo de Succión, Variabilidad Dimensional solo se usarán las muestras de adobe normal (0%) y las muestras con la dosificación que obtuve mejores valores de los ensayos de Erosión y Resistencia a la Compresión.

TABLA VI:**Cuantificación de muestras de Succión**

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					
SUCCIÓN	0%	3%	5%	8%	10%	12%
TOTAL DE UNIDADES:	6	6	6	6	6	6
TOTAL DE UNIDADES:	36					

Nota: Se muestra la dosificación empleada para el ensayo mencionado

TABLA VI
Cuantificación de muestras de Ensayo de Resistencia a Flexión

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					
ENSAYO DE FLEXIÓN	0%	3%	5%	8%	10%	12%
	6	6	6	6	6	6
TOTAL DE UNIDADES:	36					

Nota: Se muestra la dosificación empleada para el ensayo mencionado

TABLA VII
Cuantificación de muestra del ensayo de Resistencia a Compresión del Mortero

ENSAYO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN ALBAÑILERÍA					
DOSIFICACIÓN	0%	3%	5%	8%	10%	12%
MUESTRAS	6	6	6	6	6	6
TOTAL DE UNIDADES:	180					

Nota: Se muestra la dosificación empleada para el ensayo mencionado

TABLA VIII:
Cuantificación de muestras para el ensayo de Resistencia a Tracción

ENSAYO	DOSIFICACIÓN					
RESISTENCIA A TRACCIÓN	0%	3%	5%	8%	10%	12%
	6	6	6	6	6	6
TOTAL DE UNIDADES:	36					

Nota: Se muestra la dosificación empleada para el ensayo mencionado

TABLA IX
Cuantificación de muestra del ensayo de Compresión Diagonal

ENSAYO	DOSIFICACIÓN	
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL	0%	10%
	10	10
TOTAL DE UNIDADES:	20	

Nota: Se muestra la dosificación empleada para el ensayo mencionado

TABLA X
Cuantificación de muestra del ensayo de Inundación Simulada

ENSAYO	DOSIFICACIÓN	
ENSAYO DE INUNDACIÓN SIMULADA	0%	10%
	50	50
TOTAL DE UNIDADES:	100	

Nota: Se muestra la dosificación empleada para el ensayo mencionado

Los elementos muestrales son elaborados en moldes con las siguientes dimensiones: 20x30x10, 10x10x10, 15x15x50 y fabricados en el Distrito de Túcume. Los adobes tradicionales o convencionales son fabricados con agua potable y pajilla de arroz y los adobes con adición de ceniza y cal en 3%, 5%, 8%, 10%, y 12% de su peso para hacer la prueba de resistencia a compresión y erosión.

Posteriormente se seleccionará una dosificación para realizar los demás ensayos.

Asimismo se utilizó la misma cantidad de mano de obra y para facilitar el análisis de datos calculados, se denominó la dosificación de la siguiente manera:

S100-CF0-C0: Adobe tradicional o convencional

S94-CF3-C3: Adobe con adición de 3 % de ceniza de fondo y cal, respectivamente.

S90-CF5-C5: Adobe con adición de 5 % de ceniza de fondo y cal, respectivamente.

S84-CF8-C8: Adobe con adición de 8 % de ceniza de fondo y cal, respectivamente.

S80-CF10-C10: Adobe con adición de 10 % de ceniza de fondo y cal, respectivamente.

S76-CF12-C12: Adobe con adición de 12 % de ceniza de fondo y cal, respectivamente.

A partir de ahora para el desarrollo de esta investigación se usarán esas denominaciones.

3.5. Operacionalización de Variables

VARIABLES INDEPENDIENTES

- Cenizas de carbón
- Cal (Hidróxido cálcico)

VARIABLES DEPENDIENTES

- Erosión
- Resistencia

VARIABLES		DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTO	INDICE
INDEPENDIENTE	DEPENDIENTE				
ADICIÓN DE CENIZAS DE CARBÓN	EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE	ENSAYOS IN SITU	Prueba de Color	Registro en campo	-
			Prueba Granulométrica (o P. de la Botella)	Registro en campo	-
			Prueba de Solidez	Registro en campo	-
			Prueba de Cinta de Barro	Registro en campo	-
			Prueba de Resistencia Seca	Registro en campo	-
		ENSAYOS EN LABORATORIO	Límite Líquido	NTP 339.129	%
			Límite Plástico	NTP 339.129	
			Índice de Plasticidad	NTP 339.129	%
			Contenido de Humedad	NTP 339.129	
			Granulometría	NTP 339.128	
		Gravedad Específica	NTP 339.131	kg/m3	
ENSAYOS CLASIFICATORIOS	Ensayo de Erosión Acelerada	Norma Española UNE 41410	cm		
	Ensayo de Resistencia a Compresión	NTP 399.613 / NORMA E.080	kg/cm2		
ADICIÓN DE CAL	EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE	ENSAYOS MECÁNICOS	Ensayo de Determinación de Peso	NTP 399.613	kg
			Prueba de Variación Dimensional	NTP 399.613	cm
			Ensayo de Succión	NTP 399.604 y 399.614	gr/min
			Ensayo de Compresión en pilas	NTP 399.605 y 399.621	kg/cm2
			Ensayo de Tracción al mortero	RNE: NORMA E.080	kg/cm2
			Ensayo de Compresión Diagonal en mure	NTP 399.605 Y 399.622	kg/cm2
			Ensayo de Flexión	NTP 399.078	kg/cm2
			Ensayo de tracción	Norma E.080	kg/cm2
			Ensayo de Inundación Simulada	Resultados de Absorción y Capilaridad	cm
ENSAYOS QUÍMICOS	Ensayo de control de calidad del agua	Registro en Laboratorio	-		
	Ensayo químico de la ceniza de carbón	Registro en Laboratorio	%		
	E. de Microscopia electrónica de barrido y Difracción de Rayos X	Microscopio electrónico de barrido	%		
EVALUACIÓN ECONÓMICA	EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE	ENSAYOS MECÁNICOS	Costos de materiales	Microsoft Excel	Soles (S/.)
			Costos de equipos y/o herramientas		
			Costo de personal		

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Observación directa:

Registro a través de los sentidos, orientados a captar la realidad que se requiere investigar.

Análisis de Documentos

Análisis bibliográfico y documental que expresan la realidad problemática actual sobre las viviendas de adobe, asimismo las deficiencias que puedan tener algunas técnicas de construcción usando este material. Y también los estudios actuales que mejoren las propiedades del adobe para que se tome como referencia y poder así lograr los objetivos planteados en esta investigación.

Experimentos

Al manejarse las variables de estudio a varios ensayos para determinar su comportamiento.

3.6.2. Fuentes y Programas

3.6.2.1. Fuentes

Se realizará la recopilación de información acerca de los antecedentes hallados y publicaciones en artículos científicos del tema.

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). 2016.
- Norma E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada
- Normas Técnicas Peruana (NTP).
- Normas ASTM C. Estados Unidos: Sociedad Americana para Ensayos y Materiales(ASTM)
- Norma Española UNE 41410 (2008)

3.6.2.2. Programas

Los programas a utilizar son:

- Microsoft Office: Word, Excel y Power Point

3.6.3. Ensayos de Materiales

3.6.3.1. Ensayos y Pruebas para la selección de suelo

3.6.3.1.1. Análisis y Ensayos In Situ

a) Prueba de Color

A partir de esta prueba o ensayo se puede conocer el tipo de suelo del que se trate según el color percibido.



Fig. 7: Prueba de color. [5]

Se usará el material en estado seco. Los colores brillantes y claros son principalmente de suelos inorgánicos. Los colores verde, castaño negro o oscuro, son generalmente de suelos orgánicos.

b) Prueba Granulométrica (Prueba de la Botella)

Se utiliza para conocer la proporción de los compuestos principales (limos, arenas y arcillas) de la tierra [19].

EQUIPOS

1. Botella de boca ancha.
2. Materia prima.
3. Wincha de mano.

PROCEDIMIENTO

- a. Llenar con tierra tamizada una botella de boca ancha de 1 litro de capacidad hasta la mitad de su altura.
- b. Llenar la parte restante con agua limpia.
- c. Agitar vigorosamente la botella hasta que todas las partículas de la tierra este en suspensión.

- d. Colocar la botella encima de una mesa, hasta que las partículas reposen en el fondo. Las partículas de arena reposaran en seguida. Las partículas de limos y arcillas durante unas horas.
- e. Finalmente medir las capas para conocer la proporción de limos y arenas con arcilla. Se sugiere que la cantidad de arena oscile entre 1.5 a 3 veces la cantidad de arcilla y limos.

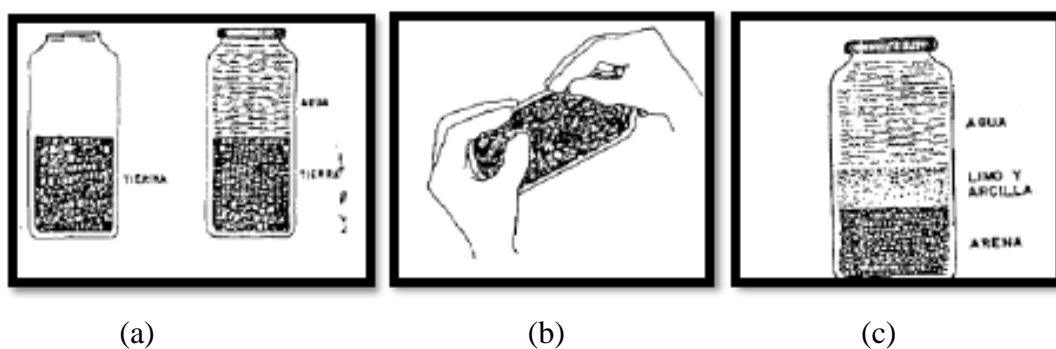


Fig. 8: Simulación de la Prueba de la botella in situ. (a) Llenado del material en la botella, (b) Forma de agitar la botella, (c) Medición de capas. [19]

c) Prueba de Solidez

Este ensayo determina la cantidad de tierra, que necesita del % de arcilla presente en la muestra, se emplean los pasos siguientes:

1) Se toma un puñado de tierra seca y se humedece hasta que se forme una bola, cuando se presione con la mano, pero de forma que se note solo una ligera cantidad de agua en la palma de la mano.

2) Se suelta la bola desde la altura de 1 m. más o menos y que caiga en suelo duro. Si la bola se fracciona en algunas pequeñas partículas, la calidad de suelo es buena. Si la bola se desmorona completamente, no es apta. [28].

d) Prueba de Cinta de Barro

Para conocer una primera evaluación de la presencia de arcilla en un suelo se puede elaborar la prueba “Cinta de barro” (en un tiempo aprox. de 10 minutos). Usando una parte o masa de barro con humedad que facilite emplear un cilindro de 12 milímetros de diámetro, puesto en una mano, aplanar poco a poco entre los dedos índice y pulgar, amasando una cinta de cuatro milímetros de espesor y dejándola descolgar lo máximo posible. Si la cinta logra tener entre 20 centímetros y 25 centímetros, el suelo es

generalmente muy arcilloso. Si se acorta o disminuye a los 10 centímetros o menos, el suelo presenta poco contenido de arcilla [14].

e) **Prueba del Enrollado**

La prueba consiste en hacer un rollo de suelo humedecido. Y moverlo entre el pulgar y el índice. Si el rollo se rompe entre los cinco a quince cm. El suelo es adecuado, para elaboración de adobe.

Pero si el rollo tiene una longitud mayor final, se debe añadirse agregado gruesa. Por otro lado si el rollo se rompe antes de los 5 cm. La muestra de suelo no debe ser utilizado, para fabricación de bloques de adobe [28].

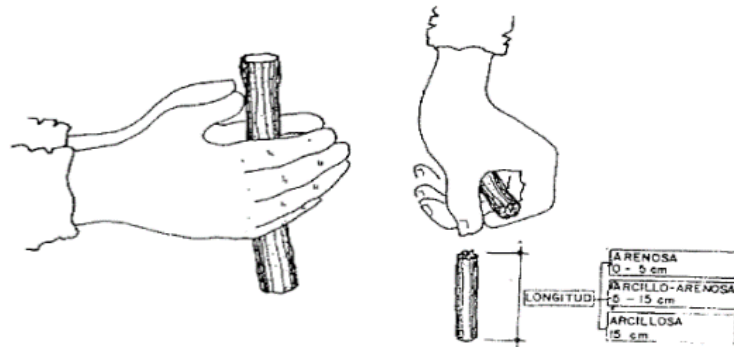


Fig. 9: Prueba del Enrollado. [19]

f) **Prueba de Presencia de arcilla o Resistencia Seca**

- Moldear 4 bolitas con tierra del lugar. Emplear la tierra del lugar que sea conveniente para usar como material de construcción y añadirle una menor cantidad de agua para realizar 4 bolitas (Figura 9). La cantidad de agua es la cantidad mínima que se necesita para moldear sobre las palmas de las manos cada bolita, sin que éstas se desproporcionen considerablemente a simple vista, al secarse. [28].

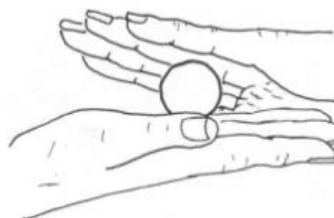


Fig. 10: Prueba de Resistencia Seca. [14]

- Se deben secar por 48 horas las bolitas, teniendo cuidado que no se humedezcan o mojen por algún agente externo o algún derrame de agua, etc.
- Oprimir las 4 bolitas secas. Luego de haber transcurrido el tiempo que se necesita, se debe oprimir fuertemente c/u de las bolitas con el dedo índice y el dedo pulgar de una mano.
- Posteriormente si la prueba, se quiebra, rompe o agriete al menos una sola bolita se reitera a moldear cuatro bolitas con los materiales usados inicialmente y dejando secar en iguales condiciones anteriores.



Fig. 11: Condición de la Prueba de Resistencia Seca. [14]

- Posteriormente al tiempo de secado, se repetirá la prueba. Si reiteradamente rompe, agrieta o quiebra, se desechará la cantera de suelo donde se obtuvo la tierra. Mientras que se combine con arcilla o suelo muy arcilloso. En caso, posteriormente la prueba no se rompa o no se quiebre ninguna de las 4 bolitas, determinada cantera puede ser conocida como material de construcción. [14]

3.6.3.1.2. Análisis y Pruebas en laboratorio

a) Límite Líquido

DEFINICIÓN

Se define como el contenido de humedad, expuesto en %, el cual el suelo se conoce en el límite entre los estados plástico y líquido. Parcialmente se conoce como el contenido de humedad al cual el surco separador de 2 mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo. [14]

NORMATIVA

NTP 339.129 SUELOS: Método de ensayo para determinar el Límite líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad del Suelo.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

1. Una vasija de porcelana de 115 mm de diámetro para almacenar.
2. Una espátula de hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"-4") de longitud y 20 mm (3/4") de ancho aproximadamente.
3. Aparato del límite líquido (o e Casagrande).
4. Ranurador laminar o ranurador curvo
5. Calibrador Vernier
6. Recipientes o pesa filtros.
7. Balanza con aprox. de 0.01 gramos.
8. Horno con temperatura constante de 105°C
9. Malla N°40

PROCEDIMIENTO

- a. Se ubica la muestra en la vasija y se combina con 15- 20ml de agua destilada, revolviéndola, aglutinándola y tajándola con una espátula en forma alternada. Realizar más adiciones de agua en incrementos de 1 a 3 ml. Mezclar totalmente cada cambio de agua con el suelo como se mencionó inicialmente, antes de agregar una nueva adición.
- b. Cuando haya mezclado bastante agua totalmente con el suelo y la consistencia producida requiere de 30-35 golpes de la cazuela de bronce para que se ocasione el cierre, ubíquese una parte de la mezcla en la cazuela en el lugar que ésta reposa la base, y comprímase hacia abajo, esparcirse el suelo hasta generar la posición mostrada, considerando prevenir la inclinación de las burbujas de aire dentro de la masa. Después se alisa el suelo con la espátula empareja hasta una profundidad de 1 cm en el punto de espesor máximo. [11]
- c. Luego se eleva y se golpea la taza de bronce rodando la manija F, a una velocidad de 1.9 -2.1, golpes por segundo, hasta que las dos mitades de la pasta de suelo esten en contacto en el fondo de la ranura, a lo largo de una distancia de cerca de 13 mm (0.5"). Escribese el # de golpes requeridos para cerrar la ranura. [11]

d. Se retira una tajada de suelo aprox. del ancho de la espátula, tomándola de uno y otro lado y en ángulo recto con la ranura e incluyendo la porción de ésta en la cual se hizo contacto, y colóquese en un recipiente adecuado. [11]

CÁLCULO

Ecuación 1: Ecuación para obtener el contenido de humedad a 15,25 y 35 golpes

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Ww: Peso de la muestra húmeda

Ws: Peso de la muestra seca

b) Límite Plástico

DEFINICIÓN

Es la cantidad de humedad, que se expresa en %, para que el suelo se encuentre en el límite entre el estado plástico y el estado semisólido. Se designa como el contenido de humedad inferior o mínimo para que el suelo puede ser rolado en hilos de 3.2 mm. (1/8 pulg) sin que se rompan en pedazos.

NORMATIVA

NTP 339.129 SUELOS: Método de ensayo para determinar el Límite líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad del Suelo.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

1. Espátula de hoja flexible de unos 75 a 100 mm de longitud por 20 mm de ancho.
2. Recipiente para almacenar de 115 mm de diámetro.
3. Balanza con aproximación a 0.01 g
4. Horno o estufa regulable a 110 ± 5 °C
5. Tamiz o malla de 426 μ m (N° 40)
6. Agua destilada.
7. Vidrios de reloj o recipiente apropiado para determinar las humedades.
8. Superficie de rodadura, generalmente se utiliza vidrio grueso esmerilado.

PROCEDIMIENTO

- a. Se coloca la muestra a ensayar en la vasija de porcelana y mézclase completamente con 15 a 20ml de agua destilada, revolviéndola, moldeándola y tajándola con una espátula en forma repetitiva y alternada. Efectuar más adiciones de agua en incrementos de 1 a 3ml. Se mezcla cada cambio de agua con el suelo como se descrito anteriormente, antes de cualquier adición nueva. [11]
- b. Luego de que se mezcle lo suficiente agua con el suelo y la consistencia generada requiere de 30 - 35 golpes de la copa para que se cierre, se coloca una cantidad de la mezcla en la copa sobre el lugar en que ésta reposa, y comprímase hacia abajo, esparcirse el suelo hasta generar la posición mostrada, considerando el cuidado necesario para prevenir la inclinación de burbujas de aire dentro de la masa. Se nivela el suelo con la espátula al mismo tiempo nivelar hasta obtener una profundidad de 1 centímetro en la posición de espesor máximo. [11]
- c. Se eleva y se golpea la copa girando la manija F, a una velocidad de 1.9 a 2.1, golpes por segundo, hasta lograr que las dos mitades de la pasta de suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura, a lo largo de una distancia de aprox. 13 mm (0.5"). Anotar el número de golpes requeridos para cerrar la ranura. [11]
- d. Se saca una tajada en ángulo recto con la ranura y se coloca en un recipiente

CÁLCULO

Ecuación 2: Ecuación para determinar el límite de plasticidad

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Ww: Peso de la muestra húmeda

Ws: Peso de la muestra seca

c) Índice de Plasticidad

DEFINICIÓN

Es el contenido de humedad en la cual el comportamiento del suelo es plástico. Matemáticamente es la diferencia entre el límite plástico y el límite líquido.

NORMATIVA

NTP 339.129 SUELOS: Método de ensayo para determinar el Límite líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad del Suelo.

CÁLCULO

Ecuación 3: Ecuación para determinar el índice de plasticidad

$$IP = LL - LP$$

LL= Límite líquido

LP= Límite plástico

Conociendo la plasticidad y conociendo la granulometría de una muestra de suelo se puede predecir o conocer el comportamiento mecánico de este.

d) Granulometría

DEFINICIÓN

La granulometría consiste en separar una muestra de suelo mediante una serie de tamices o tamices que van ordenados de una abertura mayor a una menor, para obtener el tamaño y la distribución de las partículas.

NORMATIVA

La norma empleada es la NTP 339.128 SUELOS: Método de ensayo para el Análisis Granulométrico del suelo.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Un juego de mallas (N°10, N°20, N°40, N°60, N°80, N°100, N°200 y fondo)

Una balanza con aproximación a 0.1 gr

Unas charolas

PROCEDIMIENTO

Primero, del suelo sacado del horno se debe obtener una muestra considerada, la que debe ser pesada anotar el peso en el cuaderno.

Segundo, se continúa a pasar el material por los tamices seleccionados.

Tercer, Se lleva a pesar el material que quedo retenido en cada malla y se anota en el registro como peso retenido.

Cuarto, todo lo anterior debe de ser realizado hasta el límite de la malla N°04 y con el material que pasa esta malla; se continua a obtener una muestra de suelo que sea representativa, por eso se pasa el material las veces suficientes por el partidor de muestras, hasta obtener o generar la muestra de entre 500 y 1000 gr. [11]

Quinto, la muestra anterior se pone a secar totalmente hasta que se enfríe y se recolecte una muestra de 200 grs., la que es vaciada hasta un recipiente de aluminio, el que debe de ser llenado con agua; con esto realizado, se continua con el lavado del suelo. Si el suelo todavía presenta grumos, debe dejarse saturar por 24 horas. [11]

Sexto, el lavado del suelo consiste en agitar el suelo utilizando el alambón con punta redondeada, generando figuras que parezcan un “ocho” durante 15 segundos.

Séptimo, se vacía el líquido al tamiz n°200, con el objetivo de eliminar los finos (material que pasa dicha malla), luego se vierte más agua al vaso y se agita de la forma antes descrita. [11]

Octavo, cuando en el tamiz se acumule abundante material (arena), se reincorpora al recipiente, vaciando agua sobre el reverso de la malla, teniendo cuidado de que no se pierda material; esto debe de ser hecho hasta cinco veces de vaciarse agua con finos a la malla N°200. Este proceso se repite las veces necesarias para que el agua salga limpia o casi limpia. [11]

Noveno, la muestra es secado al horno, se deja enfriar y luego se tamiza por las mallas N°8 a la N°200.

Décimo, se prosigue a pesar la cantidad de muestra retenida en cada malla.

Décimo primero, se efectúan los cálculos de: porcentaje retenido parcial, porcentaje retenido acumulado, % que pasa; luego se procede a dibujar la curva granulométrica.

Décimo segundo, se calculan los % de grava, de finos y arena, y también los coeficientes de uniformidad (Cu) y de curvatura (Cc). [11]

CÁLCULO

Ecuación 4: Ecuación para obtener el porcentaje retenido en cada malla

$$\% \text{retenido} = \frac{W_r}{W_s} \times 100\%$$

W_r= Peso retenido

W_s= Peso seco de la muestra

Posteriormente se determina el % que pasa por el tamiz, restando el % que pasa por el tamiz anterior con el % retenido en el tamiz donde se realiza el cálculo.

e) **Contenido de Humedad**

DEFINICIÓN

Tiene como objetivo conocer la cantidad de agua que posee la porción de suelo, teniendo en cuenta su peso seco.

NORMATIVA

Se basa en la NTP 339.127 SUELOS: Método de Ensayo para determinar el Contenido de Humedad de un suelo.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

El equipo usado para realizar este ensayo es:

Un horno eléctrico, que mantenga la temperatura constante a 105 grados centígrados.

Una balanza con precisión a 0.1 gramos.

Una charola y cápsula de aluminio.

Una espátula.

PROCEDIMIENTO

El procedimiento que se debe de continuar para poder ejecutar este ensayo es el siguiente:

Primero se seleccionan y se pesan taras de metal en la balanza eléctrica.

Segundo, colocar las muestras en las taras para luego llenar cada tara hasta $\frac{3}{4}$ con suelo.

Tercero, registrar el peso de la tara más la muestra de suelo húmedo.

Cuarto, colocar las taras con las muestras de suelo en el horno a 110°C por 24 horas.

Quinto, luego de transcurrido las 24 horas se retiran las muestras del horno y se dejan enfriar a temperatura ambiente.

Sexto, pesar y registrar el peso de la muestra seca más la tara.

Ultimo, proceder al cálculo de las muestras, el peso del suelo seco, el peso del agua y calcular el % de humedad de cada muestra y el promedio final.

CÁLCULO

Ecuación 5: Ecuación del contenido de humedad

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

W_w = Peso de la muestra húmeda

W_s = Peso de la muestra seca.

a) **Peso Específico**

DEFINICIÓN

El p.e indica y representa la calidad del material, aquellos números elevados representan a materiales de óptimo comportamiento. El peso específico relativo de las partículas sólidas indica la relación entre el peso en aire del volumen de un material, a una temperatura ideal y el peso en aire de agua destilada. [11]

NORMATIVA

El ensayo basa en la norma NTP 339.131: SUELOS: Método de Ensayo para determinar el Peso Específico de un suelo.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Picnómetro con capacidad aproximada de 100cm³ o un frasco con capacidad aproximada de cincuenta cm³.

Balanza con aproximación al 0.01 g.

Bomba de vacío para extraer aire. De no tener la bomba de vacío se puede utilizar un mechero o cualquier dispositivo para hervir el contenido del picnómetro.

Desecador o recipiente con tapa de cierre.

Horno manteniendo una temperatura de 110° +- 5°C.

Varios, como cápsulas de porcelana, termómetro, pipeta, etc.

PROCEDIMIENTO

Primero se debe de extraer dos muestras de suelo, debido a que este ensayo se ejecuta por replicado.

Segundo, colocar la muestra a ensayar en el frasco volumétrico previniendo generar pérdidas, en el caso de haber hallado su masa. Llenar hasta las $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad con agua destilada el frasco volumétrico o hasta la mitad del frasco taponado. [11]

Tercero, quitar el aire retenido por cualquier método: hervir el contenido a baja temperatura por 10 min removiendo el picnómetro, para facilitar la eliminación del aire. Cuarto, completar el picnómetro añadiendo agua destilada para luego limpiar y secar la parte externa.

CÁLCULO

La fracción de los valores debe de ser de la siguiente manera:

- (1) Peso de la muestra de suelo seco
- (2) Peso de la fiola o picnómetro + peso de agua
- (3) Peso de la muestra + fiola o picnómetro + agua

Ecuación 6: Ecuación para obtener la Gravedad específica

$$G_e = \frac{(1)}{(1) + (2) - (3)}$$

Los valores recomendados varían entre 2.5 – 3.0 gr/cm³. Si los valores de los resultados difieren en más de 0.03, el ensayo debe de repetirse.

3.6.3.2. Ensayos a las Unidades de Adobe

3.6.3.2.1. Ensayos Físicos

a) Control de calidad

Tener en cuenta que si a las cuatro semanas el adobe de prueba tiene grietas o deformaciones, se debe agregar paja al barro.

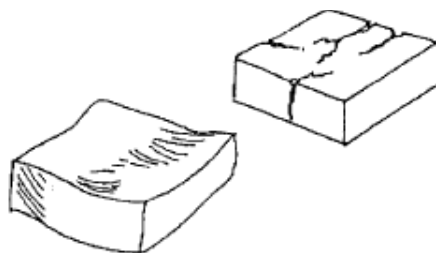


Fig. 12: grietas y deformaciones del adobe. [25]

Asimismo si a las 4 semanas el adobe de prueba no es lo suficientemente resistente al peso de un hombre se debe añadir arcilla a la mezcla de barro.

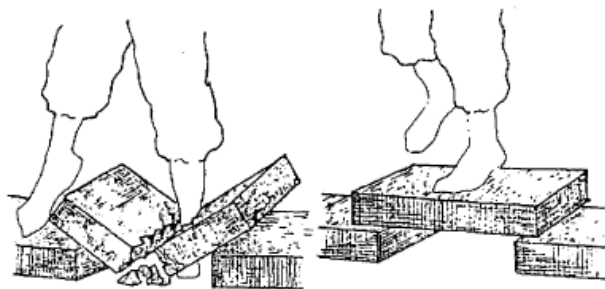


Fig. 13: Adobe de Prueba. [25]

b) **Determinación de peso de las unidades de adobe**

NORMATIVA

Para determinar el peso de las unidades de albañilería, se usará el proceso indicado en NTP 399.613 y 399.604: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA: Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

EQUIPOS O INSTRUMENTOS

Balanza electrónica

Brocha

PROCEDIMIENTO

El número de especímenes será de 6 muestras como mínimo.

Se marcará cada muestra de manera que pueda ser identificada en cualquier momento.

Se obtendrá el peso de las unidades de adobes enteros y secos.

Anotar en el registro los pesos de cada espécimen

Los dos pesos sucesivos de cada unidad no deben tener pérdidas o aumentos mayores del 0.2%.

c) **Variación dimensional en las unidades de adobe**

DEFINICIÓN

En este ensayo se mide de cada muestra: el alto, largo y ancho, con una precisión de 1 mm, estas medidas se obtendrán calculando el promedio de las 4 medidas entre los puntos medios de los bordes de cada cara. [11]

NORMATIVA

Para conocer la variación en las dimensiones de las unidades de albañilería, se sigue el procedimiento indicado en la NTP 399.613 y 399.604.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Brocha

Vernier o regla de Acero graduada

PROCEDIMIENTO

Se medirán las seis unidades individualmente.

Medir el ancho de la muestra a través de dos extremos y a ambas caras, considerando el punto medio de los bordes de la muestra.

Se toma registro de las 4 medidas de ancho con una aprox. de 1 mm y se considera el promedio del ancho.

Se miden el largo y el ancho en ambas caras y en ambos extremos y se considera el promedio de los cuatro valores como ancho y largo.

CÁLCULO

VDL (%): Variación dimensional del largo

Ecuación 7: Ecuación para obtener la variación dimensional del largo

$$VDL(\%) = \left(\frac{LP \text{ (cm)}}{30} - 1 \right) \times 100$$

VDA (%): Variación dimensional del ancho

Ecuación 8: Ecuación para obtener la variación dimensional del ancho

$$VDA(\%) = \left(\frac{AP \text{ (cm)}}{20} - 1 \right) \times 100$$

VDH (%): Variación dimensional de la altura

Ecuación 9: Ecuación para obtener la variación dimensional de la altura

$$VDH(\%) = \left(\frac{HP \text{ (cm)}}{10} - 1 \right) \times 100$$

Siendo:

LP: largo promedio

AP: ancho promedio

HP: altura promedio

d) Prueba de succión en unidades de adobe**DEFINICIÓN**

NTP 399.613 se refiere a la prueba de succión en albañilería, en este caso se adaptará este ensayo para las muestras de esta investigación. Este ensayo tiene como principal objetivo obtener el valor de la absorción temprana de la muestra a ensayar; es decir, la cantidad de agua que la muestra puede absorber en un tiempo estandarizado de 1 min +/- 1s.

La succión de una muestra al instante de asentarse se encontrará entre 10-20 gr. por minuto con un área de 200 cm²; ya que es importante para el proceso constructivo, los bloques de arcilla deben ser regadas en periodo de tiempo de 30 minutos, entre 10 a 15 horas antes del asentado. (Norma E.070 Albañilería).

NORMATIVA

Para determinar la variación en las dimensiones de las unidades de albañilería, se sigue el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Un recipiente para almacenar agua.

Varillas de acero para soportes de los adobes

PROCEDIMIENTO

La prueba de succión se realiza así:

Primero ubicar el recipiente en una superficie nivelada y limpia.

Segundo, colocar los soportes sobre la bandeja – luego se agrega agua para que el nivel de la bandeja sea siempre de 3 mm ± 0.25 mm sobre los soportes.

Tercero, se registran las dimensiones de las muestras de las caras que estén en contacto con el agua.

Cuarto: se pone la muestra sobre los soportes, en un lapso de 1 min ± 1 s.

Quinto, durante el contacto el nivel de agua debe estar constante.

Sexto, Retirar el espécimen y secar con un mantel para volver a pesar el espécimen, este peso incluye el agua succionada.

Séptimo: secar el agua de las muestras en el rango de los 10 seg. posteriores de retirada la muestra y pesar dentro de los sgtes 2 min.

Octavo: Por último, calcular y registrar el promedio de los valores de succión de las muestras ensayadas, con aprox. a 0,1 gr/min/200 cm².

CÁLCULO

La succión se calcula la succión mediante la expresión:

Ecuación 10: Ecuación para hallar la succión en las unidades de adobe

$$\text{Succión} = \frac{(W_h - W_s)}{A} \times 200$$

Donde:

W_h = Peso seco de la unidad (gr)

W_s = Peso después del ensayo (gr)

A = Área de contacto de la muestra con el agua (cm²)

3.6.3.2.2. Ensayos Mecánicos

a) Ensayo de desgaste por goteo o ensayo de erosión (Ensayo de Erosión Acelerada Swinburne –SAET)

DEFINICIÓN

Esta metodología de ensayo mide la resistencia a la erosión de los bloques de tierra conforme a la profundidad de la oquedad que genera el chorro de agua al impactar sobre el bloque de tierra.

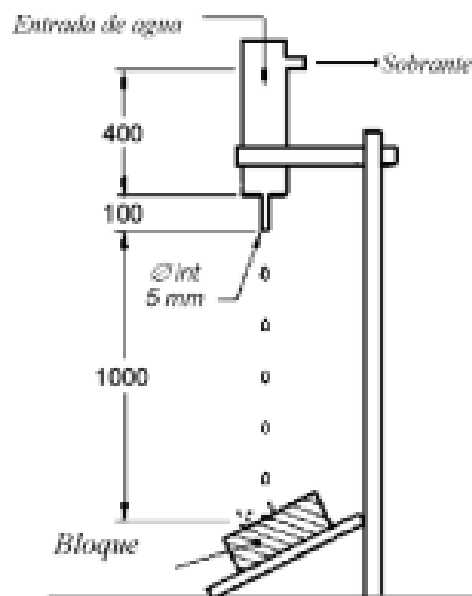


Fig. 14: Equipo de Erosión Acelerada. [15]

NORMATIVA

Este ensayo se rige a lo enunciado en la norma UNE 41410:2008, Bloque de tierra comprimida para muros y tabiques. Basado en el ensayo de erosión acelerada Swinburne (SAET) y los estudios realizados en condiciones similares.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Muestras de adobe

Instrumento para medir la oquedad

Equipo de Erosión Acelerada

PROCEDIMIENTO

En este ensayo se simulará la lluvia constante a base de gotas. Ayudándose de un micro gotero, se debe dejar caer agua sobre la muestra que debe estar conectado a un tanque de agua con nivel constante, la altura está a 1.5 metros desde la cara de la muestra. Esta se mantendrá inclinado a 27° con respecto a la horizontal. Luego con la varilla de 3 milímetros de diámetro se medirá la profundidad de las oquedades (D) que se muestren. (Romero y Callasi 2017)

De esta manera se podrá conocer los valores en cada muestra, determinando cuál unidad de adobe es erosionable

CÁLCULO

Oquedad: Representa la profundidad del orificio producido por el impacto del agua sobre la superficie del bloque de tierra.

b) Ensayo de resistencia a la compresión de la unidad de adobe

DEFINICIÓN

La fuerza de compresión es la que resulta de las presiones existentes en un sólido , en este caso el sólido que será deformado es el adobe, mediante un medio continuo caracterizado porque tener a una reducción de volumen y de una dirección. Las fuerzas que son aplicadas a las muestras del adobe serán aplicadas en las caras que tienen mayor área como lo son la cara superior y cara inferior de descanso, las fuerzas serán distribuidas cuando en ambas caras se les coloque placas de acero, tal y como se muestra.

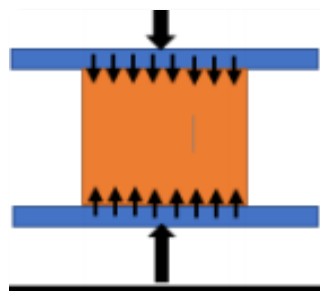


Fig. 15: Fuerzas a compresión que se ejercen sobre el Adobe. [15]

NORMATIVA

Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.080: “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”, 2017.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Maquina Compresora

Unidades de Adobe a ensayar

PROCEDIMIENTO

Se obtendrá ensayando cubos de arista igual a la menor dimensión de la unidad de adobe. El resultado del esfuerzo resistente a compresión se calculará en base al área de la sección transversal, determinándose la resistencia última (f_o) como el valor que supere el 80% de las muestras ensayadas. Las pruebas se realizarán empleando muestras totalmente secas, siendo el resultado de f_o mínimo aceptable como 10.2 kgf/cm² La resistencia a compresión de la muestra es un índice de la calidad no obstante, no de la albañilería. [11]

Para este ensayo se realizó el siguiente procedimiento:

Identificar cada uno de las muestras a ensayar

Uniformizar la superficie con una mezcla de cemento y yeso en dosificación de 2 a 1.

Tomar medidas del área de contacto (largo y ancho) de cada muestra

Ensayar la muestra con la máquina compresora.

CÁLCULO

Carga de Rotura Aplicada (P): Es la carga perpendicular a la superficie del bloque de tierra que se aplica hasta la rotura.

Área bruta (A): Es el área de la superficie sobre la cual se aplica la carga.

Resistencia a la Compresión (f^b): Es la resistencia que se obtiene de dividir la carga entre el área del bloque de tierra.

Ecuación 11: Ecuación para obtener la resistencia a compresión de unidades de adobe

$$f'b = \frac{P}{A} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

f'b: Resistencia a la compresión

P: Carga perpendicular aplicada a la superficie de adobe

A: Área de contacto

c) **Ensayo de Compresión a la Albañilería**

DEFINICIÓN

Este ensayo determina la resistencia a compresión de albañilería. Mediante este ensayo se halla el esfuerzo último $f'm$ en compresión de pilas. La resistencia última resultante del murete de adobe es de 6.12 kg/cm².

NORMATIVA

Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.080: “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”, 2017.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Máquina a Compresión

Unidades a ensayar

PROCEDIMIENTO

Se calculará ensayando pilas compuestas con el número de adobes que sean necesarios para tener un valor de esbeltez, teniendo cuidado en mantener su verticalidad. Para este ensayo se realizó el siguiente procedimiento:

Construcción de las pilas de adobe.

Identificar y dejar secar durante 28 días cada una de las muestras a ensayar

Uniformizar la superficie con una mezcla de cemento y yeso en dosificación de 2 a 1.

Tomar medidas del área de contacto (largo y ancho) de cada muestra

Ensayar la muestra con la máquina compresora.

CÁLCULO

El esfuerzo a compresión del muro (f_m) se obtendrá con la siguiente expresión:

Ecuación 12: Ecuación del Esfuerzo Admisible del muro de adobe

$$f_m = 0.4f'_m \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Siendo f'_m : esfuerzo de compresión último de la pila.

Sin embargo, cuando no se efectúen ensayos en pilas, se usará el valor de esfuerzo admisible de: $f_m=2.0 \text{ kg/cm}^2$.

Ecuación 13: Esfuerzo de compresión último de la pila

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

P: Carga de rotura aplicada a las pilas de adobe

A: área de contacto donde aplica la carga

Esfuerzo Admisible de compresión por Aplastamiento

Ecuación 14: Resistencia a la Compresión por Aplastamiento

Esfuerzo admisible a la compresión por aplastamiento = $1.25 f_m$

d) Ensayo de Tracción al Mortero

DEFINICIÓN

Esta prueba calcula la resistencia a la tracción del mortero y la adherencia de este con las unidades de adobe.

NORMATIVA

Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.080: “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”, 2017.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Máquina a Compresión

Unidades a ensayar

PROCEDIMIENTO

La norma E.080, indica que los ensayos para conocer la rotura mínima para la resistencia la tracción del mortero, se debe medir de acuerdo al siguiente procedimiento: Primero, se mide con el ensayo de morteros a tracción indirecta, en pilas de dos adobes que serán unidos con mortero de barro sin/con estabilizantes, luego serán sujetos a la compresión en acuerdo al ensayo brasileño.

La resistencia última deberá ser de $0.012 \text{ MPa} = 0.12 \text{ kgf/cm}^2$.

CÁLCULO

Se deberá tener en cuenta el siguiente cálculo:

Ecuación 15: Esfuerzo de Tracción en Morteros

$$\delta = \alpha \frac{P}{axb} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

Donde α tiene un valor de 0.5.

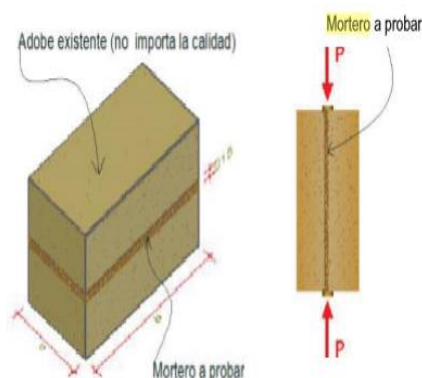


Fig. 16: Resistencia a la Tracción para el Mortero. [14]

e) **Compresión Diagonal**

DEFINICIÓN

La resistencia de corte de compresión de la albañilería se podrá obtener por:

Ensayos de compresión diagonal con las muestras correspondientes al estudio a realizar.

Por otro lado, cuando no se ejecuten ensayos de muretes se podrá usar el sgte. Valor de esfuerzo admisible al corte: 0.25 kg/cm^2

NORMATIVA

RNE, Norma E.080: “Diseño y Construcción con Tierra Reforzada”, 2017.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Máquina para ensayo de Compresión Diagonal

Muestras a ensayar

PROCEDIMIENTO

Seleccionar las unidades de adobes para la construcción de los muretes

Construcción de muretes de 65 cm x 65 cm

Uniformizar toda la superficie que estará en contacto con la carga aplicada

Dejar secar las muestras durante 28 días

Ensayar los muretes con las dosificaciones adecuadas

Determinar y analizar los resultados

El esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) se obtendrá con la expresión:

Ecuación 16: Esfuerzo admisible al corte del muro de adobe

$$V_m = 0.4f't$$

Donde:

$f't$: Esfuerzo último del murete de ensayo, y se determina con la siguiente fórmula

Ecuación 17: Esfuerzo último del murete

$$f't = \frac{P}{2aem}$$

P= carga aplicada

a= ancho de las muestras a ensayar

em= espesor de las muestras a ensayar

f) Ensayo de Resistencia a la Tracción de la Unidad de Adobe por Compresión diametral

DEFINICIÓN

Se ejecuta esta metodología de ensayo para medir la resistencia del material a tracción por compresión diametral de un cilindro de adobe frente a una carga aplicada axialmente.

NORMATIVA

NTP: 339.084: Ensayo de Compresión diametral en Probetas Cilíndricas(Ensayo Brasileiro) /ASTM C496/ Norma E.080: Ensayo para determinar la resistencia del material tierra a tracción.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Máquina para ensayo de aplicar la carga

Muestras a ensayar

PROCEDIMIENTO

La resistencia se mide en cilindros de 6" x 12" de diámetro y largo respectivamente.

Las muestras deben tener un secado cubierto al sol y cumplir los 28 días.

Se anotan las dimensiones del diámetro y la altura

El resultado se obtiene con el promedio de las 4 mejores muestras de un total de seis muestras ensayadas, de las cuales se debe cumplir con que sean igual o mayor a la resistencia última de $0.08\text{MPa} = 0.81\text{ kg/cm}^2$.

Se calcula mediante la siguiente ecuación

Ecuación 18: Ecuación para determinar la resistencia a Tracción

$$F = \frac{2P}{\pi DL}$$

En donde:

F: es el valor de la resistencia última

P: es la carga máxima aplicada

D: Diámetro de la probeta

L: Altura libre de la probeta

g) **Ensayo de Flexión a la Unidad de Adobe**

DEFINICIÓN

Se ejecuta esta metodología de ensayo para medir la resistencia a flexión de los bloques de adobe. Aplicando una carga a los tercios de la luz de la viga hasta ocurrir la falla. El valor se calculará mediante la ubicación de la falla dentro o fuera del tercio medio de la luz libre.

NORMATIVA

Norma Técnica Peruana NTP 339.078: Método de ensayo para determinar la resistencia a flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Máquina para ensayo de Flexión

Muestras a ensayar

PROCEDIMIENTO

Se aplica la carga a la muestra de manera continua y constante hasta el punto de rotura.

La aplicación de la carga debe darse a una velocidad determinada entre 0.9 MPa/min y 1.2 MPa/min, hasta generar la ruptura de la muestra. El resultado se obtiene con la siguiente ecuación.

Ecuación 19: Ecuación para determinar el Modulo de Rotura

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

En donde:

Mr: es el módulo de Rotura

P: es la carga máxima aplicada

b: Ancho promedio de la viga según su disposición para el ensayo

h: Altura promedio de la viga según su disposición para el ensayo, mm.

L: Luz libre entre apoyos

h) Ensayo de Inundación Simulada

DEFINICIÓN

Para este ensayo se requiere construcción de pozas de ensayo. Los canales son estructuras de albañilería sin refuerzo con las paredes interiores tarrajeadas. La estructura está compuesta en 4 secciones con las mismas dimensiones con el objetivo de generar canales independientes y de esta manera analizar cada técnica [25].

Las características geométricas de las pozas son de secciones interiores rectangulares.

NORMATIVA

Esta prueba actualmente no posee normativa específica, pero se ha tomado como referencia las investigaciones y estudios realizados por la Pontificia Universidad Católica del Perú. La norma semejante a ésta es la de absorción a la unidad de albañilería, siendo la NTP 399.613 la que rige a esta, también se consideraría un antecedente a esta norma, el ensayo utilizado para el concreto, siendo la norma que rige la ASTM C1585 – 13 que evalúa la capilaridad y absorción del agua en cilindros de concreto en varios

tiempos, y de esta manera tener un registro del comportamiento de las muestras de estudio.

INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Canales de simulación de Inundación

Depósitos para llenar el canal

Regla

PROCEDIMIENTO

Primero, se construirá un canal con sección rectangular de 1.30 x 0.60 para cada muro a ensayar.

Segundo, para garantizar la impermeabilidad se realiza un ensayo de estanqueidad para evaluar las posibles filtraciones.

Tercero, se construyen los muros a ensayar.

Cuarto, una vez contruidos los muros se secarán durante un tiempo de una semana.

Quinto, se mide la cantidad de agua que es absorbida en cada muro ensayado, se podrían colocar o señalar centímetros graduados segmentos del canal.

Sexto, la inundación del canal se realiza de manera equitativa y simultánea, teniendo en cuenta que el llenado sea constante.

Séptimo, desde el inicio de inundación se definirán 2 periodos (tal y como en las tesis pasadas): - Periodo Corto de Inundación (PCI). Este período abarca las primeras 72 horas de inundación. -Periodo Prolongado de Inundación (PPI). Abarca el final del PCI y se inicia cumpliendo las 2 semanas de exposición a las lluvias. [11]

“Durante el Periodo Corto de Inundación establece que la base del muro pasará de un estado de humedad natural a un estado de saturación, las unidades o muestras ensayadas así como como el mortero se someten a un ambiente agresivo de absorción continua y constante de agua. Cabe resaltar que de no soportar este tipo de ambiente, se determina que el muro no es resistente a este ensayo y que será necesario una mejora en el sistema usado. Durante el pci se representa una inundación ocasionada por crecida de ríos en la cual la reposición de agua es constante” [5].

“Durante el PPI: Periodo Prolongado de Inundación se considera que la base del muro está saturada y que soporta el ambiente agresivo. Si el muro llega a colapsar un muro

durante este periodo se determina que es resistente al ensayo de inundación, pero, como producto de ésta, sufre daños irreparables por desgaste que podrían llegar a descartar la solución usada. Este periodo conlleva a representar la evaporación paulatina del agua y la evacuación posterior de la inundación. Cualquier muro que se mantenga en pie luego de este periodo, se considerará como exitoso en cuanto a la mejora empleada” [5].

Octavo, durante el PCI: Periodo Corto de Inundación se realizarán mediciones de Ascenso de agua por capilaridad y absorción cada hora. Cada 24 horas cumplidas se repone el volumen de agua perdida por la absorción de los muros.

Noveno, durante el PPI: Periodo Prolongado de Inundación es recomendable hacer las mediciones de absorción y capilaridad diariamente, y al finalizar cada semana reponer la cantidad de agua que se perdió en la absorción de los muros, con el objetivo de no cortar el ascenso de agua por capilaridad.

Décimo, mediante esta prueba se obtendrán: Tiempo de resistencia de cada tipo de muro a la inundación. Gráficas Capilaridad vs. Tiempo. Gráficas Tiempo vs. Volumen de agua absorbida.

CÁLCULOS

Los cálculos para este ensayo se realizarán teniendo en cuenta las investigaciones anteriores.

i) Control de calidad de agua

Para el control de calidad de agua para la construcción se realiza el ensayo físico químico.

Los residuos presentes en el agua pueden estar en estado de suspensión o disueltas, las cuales pueden ser: bicarbonatos o carbonatos, sulfatos, cloruros, materia orgánica, ácidos, sedimentos, sales inorgánicas y pueden interferir en la hidratación del cemento, generar modificaciones del tiempo de fraguado, disminuir la resistencia mecánica. El agua es el componente primordial en las mezclas de materiales de construcción, esta beneficia al cemento permitiendo que mejore su propiedad ligante.

El agua que se utiliza en la mezcla del concreto y mortero, será óptima para el consumo humano, si está libre de organismos o compuestos como por ejemplo: aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas.

3.6.4. Instrumentos

3.6.4.1. Guías de Recolección de datos

Se utilizan guías para observar las variables e identificar las características y comportamiento para el desarrollo de esta investigación, Los instrumentos de recolección son los que se muestran a continuación:

- a) Ensayos in situ para la Selección del Suelo
 - Prueba de Color
 - Prueba Granulométrica o de la Botella
 - Prueba de Solidez
 - Prueba de Cinta de Barro
 - Prueba de Resistencia Seca
- b) Ensayos en Laboratorio
 - Contenido de Humedad
 - Límites de Atterberg
 - Granulometría
 - Gravedad Específica
- c) Pruebas para determinar las propiedades físicas del Adobe
 - Variación Dimensional
 - Succión
- d) Ensayos para determinar las propiedades mecánicas del Adobe
 - Ensayo de Resistencia a la Compresión
 - Ensayo de Erosión Acelerada
 - Ensayo de Resistencia a Flexión
 - Ensayo de Resistencia a Tracción
- e) Ensayos para determinar las propiedades del Muro
 - Ensayo de Inundación Simulación
- f) Ensayos para definir las propiedades del Mortero
 - Prueba de Resistencia a compresión en Albañilería

Prueba de Resistencia a la tracción de Pilas de Adobes

Ensayo de Tracción Indirecta en Muretes de Adobe

3.7. Procedimientos

3.7.1. Lugar de fabricación de Adobes:

Túcume se encuentra a 33 km de la ciudad de Chiclayo, se consideró este lugar basándose en los antecedentes que tiene este distrito. Túcume es un complejo arqueológico que está conformado por 26 pirámides de barro con una altura aproximadamente de 450 metros, siendo. Los suelos de este distrito son de origen aluvial.

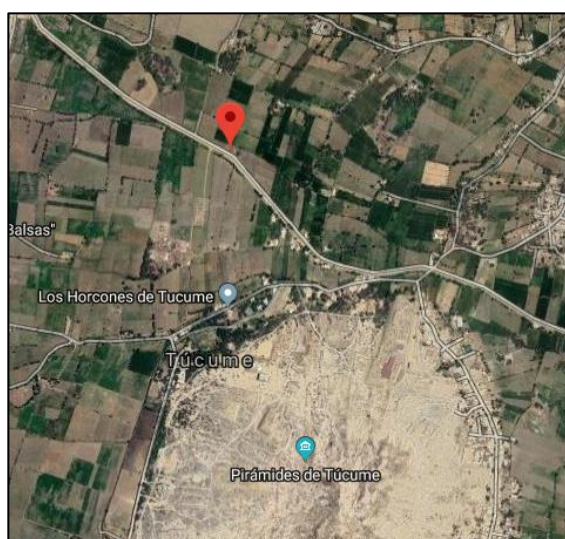


Fig. 17: Lugar de fabricación de Adobe [38]

Luego se realizó la elección de cenizas provenientes de las ladrilleras de Lambayeque, Pacora e Illimo y se seleccionó la ladrillera con las cenizas de mejores propiedades puzolánicas ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{FeO}_3$).

3.7.2. Selección de la ladrillera artesanal para obtener la ceniza de carbón

Según la Tabla II del Informe de Praly Miniproduce existen 20 ladrilleras artesanales en el distrito de Lambayeque que usan diferentes tipos de combustibles pero solo 5 que usan el carbón como combustible para la fabricación de ladrillos. Sin embargo actualmente 2 ladrilleras no se encuentran en uso, quedando solo 3 ladrilleras disponibles. Se realizó visitas a estas ladrilleras para comprobar y verificar el uso del carbón como combustible, ya que esta investigación se limita a las ladrilleras que usen este tipo de combustible.

Ubicación:

La ladrillera se encuentra en el distrito de Illimo

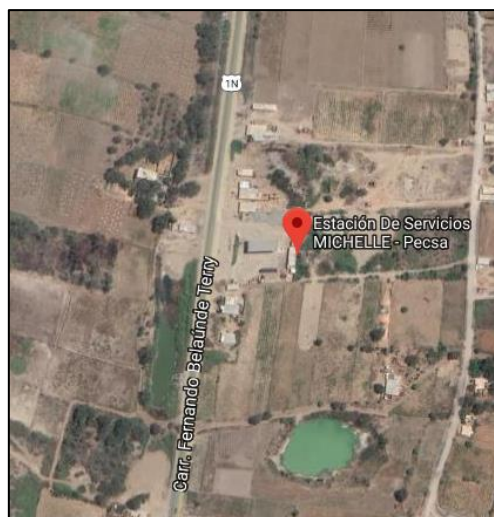


Fig. 18: Ubicación de la ladrillera artesanal [38]

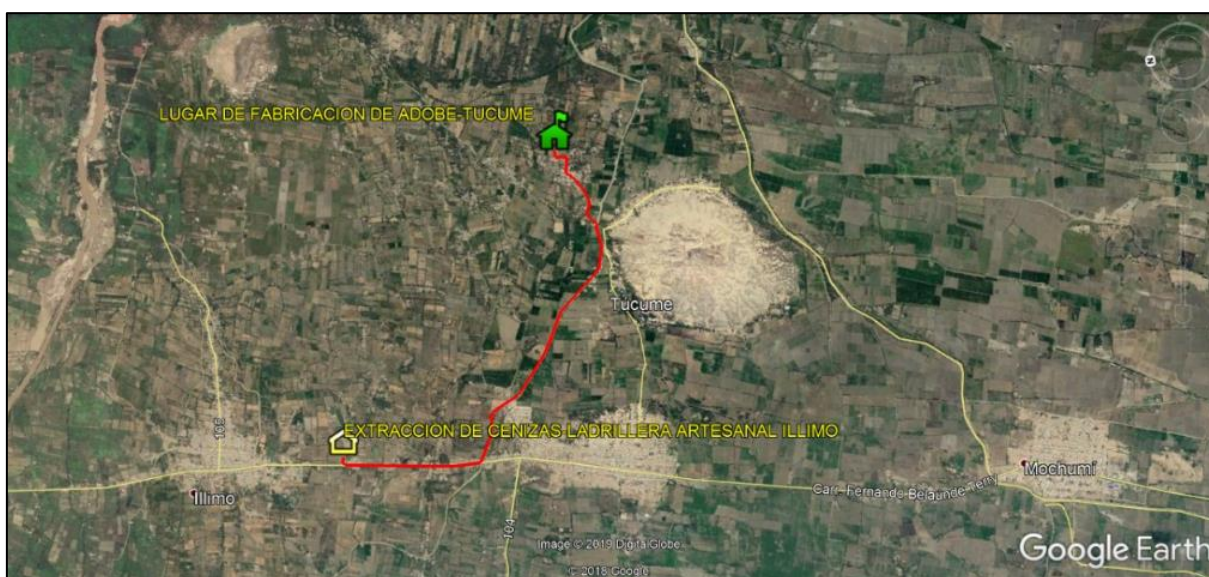


Fig. 19: Ruta desde la ladrillera artesanal hasta el lugar de fabricación de adobes [38]

3.7.3. Selección de la ceniza

Con los datos mencionados anteriormente se obtuvo la muestra de ceniza para realizar el ensayo químico e identificar su composición.



Fig. 20: Muestras de ceniza obtenida de la ladrillera artesanal Illimo

3.7.3.1. Ensayo Químico

Según los valores obtenidos del ensayo químico que se muestra en el Anexo: documentos realizado a las cenizas provenientes de las tres ladrilleras se seleccionó a la ladrillera de Illimo por tener mejor resultados respecto a las propiedades puzolánicas ($\text{SiO}_2 + \text{AlO}_3 + \text{CaO} + \text{FeO}_3$).

TABLA XI:
Resultados obtenidos de las 3 ladrilleras

		$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{FeO}_3$
Muestra n°1:	Illimo	74.6
Muestra n°1:	Pacora	56.5
Muestra n°2:	Mochumí	40.7

Nota: Se muestran los resultados obtenidos de las ladrilleras artesanales que permiten seleccionar la más adecuada

Este ensayo se realizó en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

- Determinación de la Humedad:

Pesar un crisol de porcelana previamente tarado 1000 g. de muestra pulverizada. Colocar en la estufa a 100°C durante una hora. Retirar el crisol con su contenido, enfriar en un desecado, una vez frío, pesar rápidamente.

Fórmula 1: Porcentaje de Humedad

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{Pérdida de Peso}}{\text{Peso de la Muestra}} \times 100$$

- Determinación de la Perdida de Calcinación: Pesar en un crisol de porcelana previamente tarado 10000 g de la muestra seca. Colocar en la mufla a la temperatura de 800°C durante una. Retirar del calor, sacarlo a un desecador y enfriar para pesar lo más rápidamente posible.

Fórmula 2: Pérdida por Calcinación

$$\% \text{Pérdida por Calcinación} = \frac{\text{Pérdida de Peso}}{\text{Peso de la Muestra}} \times 100$$

- Determinación del SiO₂

En un crisol de platino pesar 0.5 g. de muestra y agregar 4g. de Na₂CO₃. Mezclar íntimamente con una bagueta de vidrio pequeña. Tapar el crisol y colocarlo sobre la llama del mechero Fisher por espacio de 10 a 15 minutos (observar si la muestra se ha fundido). Sacar el crisol. Enfriar. Transferir el crisol a un vaso de 600 ml. Agregar 20 ml de HCl 1:1 para disolver toda la masa fundida. Lavar el crisol con agua y retirarlo. Poner el vaso de 600 ml. Sobre la plancha eléctrica hasta completa sequedad. Enfriar. Agregar por las paredes 15 ml. De HCl 1:1 y 30 ml. De agua caliente. Poner a la plancha hasta ebullición. Filtrar a través del papel Whatman N°42 en caliente y lavar de 6 y 7 veces con agua caliente. El residuo poner en un crisol a secar y luego a calcinar a 800°C. Pesar el residuo como SiO₂. El filtrado llevar a una fiola de 250 ml y enrasar.

$$\% \text{SiO}_2 = \frac{\text{Peso de Muestra Calcinada}}{\text{Peso de la Muestra}} \times 100$$

- Determinación de Óxidos Combinados R₂O₃

De la fiola de 250 ml. Tomar una alícuota de 100 ml. Y colocar en un vaso de 400 ml. Llevar a la plancha hasta ebullición y agregar 2g. de NH₄Cl y luego, NH₄OH y luego, NH₄OH con. Hasta cambio de papel de tornasol a azul, y luego en exceso de 2 ml. Hervir por 5 min. Reposar. Filtrar a través de papel corriente, lavar con agua caliente. Colocar el filtro en un crisol, secar y calcinar a 800°C. El filtrado llevar a volumen de 250 ml. y enrasar.

$$\%R2O3 = \frac{\text{Peso de Muestra Calcinada}}{\text{Peso de la Muestra (en 100ml)}} \times 100$$

- Determinación de Fe_2O_3

Del filtrado de SiO_2 tomar una alícuota de 25 ml. Agregar acetato de sodio al 35% hasta alcanzar PH 3-3.5. Titular con la solución de EDTA 1/100 usando como indicador ácido salicílico, hasta viraje de rojo vino a amarillo o incoloro.

$$\%Fe2O3 = \frac{\text{Vol. gast. EDTA} \times f \text{ Fe2O3}}{\text{Peso de la Muestra (en 25ml)}} \times 100$$

- Determinación de Al_2O_3

$$\%Al2O3 = \% R2O3 - \%Fe2O3$$

3.7.4. Selección del suelo para la Fabricación de Adobes

La norma técnica peruana E.080 Adobe recomienda que la tierra o suelo óptimo para la fabricación de adobes debe estar conformada por: 15%-25% de limos, 10%-20% de arcilla y 55%-70% de arena. Asimismo la tierra debe ser limpia y sin desperdicios. El lugar de selección de suelo es el distrito de Túcume, se tomaron 3 muestras de diferentes puntos, con el fin de determinar cuál suelo es óptimo para la fabricación de los adobes.

3.7.5. Obtención de las muestras de suelo

Para el desarrollo de la investigación de han obtenido muestras de arcilla del distrito de Túcume ubicado a 33 km. De la ciudad de Chiclayo y a 43 metros sobre el nivel del mar.



Fig. 21: Ubicación del distrito de Túcume [38]

Para establecer y definir que cantera de Túcume contiene suelos para fabricar adobes, se obtuvieron muestras para conocer el contenido de arcilla en campo y conocer la clasificación del suelo en laboratorio, haciéndose diversas pruebas.

Se consideró 3 tipos de suelo, uno proveniente del Caserío Fundo vera como se muestra en la figura y en dos lugares del mismo distrito de Túcume.



Fig. 22: Lugar de Obtención de muestras [38]

3.7.6. Pruebas de selección y control de suelo

3.7.6.1. Pruebas In Situ

a) Prueba de Color

-Procedimiento: Esta prueba sirve para seleccionar y conocer si el suelo es Orgánico o Inorgánico en base al color de la muestra de suelo, es por eso que se tomó el material en estado seco, ya que en su estado natural podría variar el color al cabo de cierto tiempo.



Fig. 23: Prueba de Color de muestra 1



Fig. 24: Prueba de Color de muestra 2



Fig. 25: Prueba de Color de muestra 3

b) Prueba de Granulometría (Prueba de la Botella)

Se llenó con tierra tamizada la botella hasta la mitad de su altura, la mitad restante se llenó de agua limpia.



Fig. 26: Prueba Granulométrica de la Botella

Se agitó la botella permitiendo a todas las partículas quedarse en suspensión.



Fig. 27: Prueba Granulométrica de la Botella

Luego se dejó reposar la botella para que las partículas se asienten en el fondo. Las partículas de arena se asentaron primero ya que son partículas pequeñas, seguida de los limos y luego las arcillas.



Fig. 28: Prueba Granulométrica de la Botella

Se medirá las capas para identificar la proporción o cantidad de arena, limos y arcillas y los datos serán procesados.

c) **Prueba de Solidez**

Se tomó material y se humedeció para poder amasarlo y formar una bola de 5 cm. de diámetro aproximadamente.



Fig. 29: Prueba de Solidez

Luego a una altura aproximada de 1 metro se deja caer la bola con el brazo extendido sobre un suelo duro. Y se evaluó el comportamiento de esta.



Fig. 30: Prueba de Solidez

Si la bola realizada se rompe en trozos grandes, la calidad del suelo es buena. Pero si se desmorona toda, se considera que no es buena y tiene exceso de agua. Y si se rompe en pequeñas partículas, necesita agua y la calidad no es buena.

d) Prueba de Cinta de Barro

Se toma material y se humedeció hasta formar una barra o cilindro de 12 milímetros de diámetro aproximadamente.



Fig. 31: Prueba de Cinta de Barro

Se colocó en la mano y se aplanó hasta formar una cinta de 4 milímetros de espesor aproximadamente. Luego se dejó descolgar.



Fig. 32: Prueba de Cinta de Barro

Según la NTP E.080: Adobe, si la cinta llega a medir entre 20 y 25 cm de longitud, el suelo se clasifica como suelo: arcilloso, pero si tiene menos de 10 cm de longitud, el suelo se considera con poco contenido de arcilla.

e) **Prueba de Resistencia Seca o Presencia de arcilla**

Se toma el material y se humedece con una cantidad mínima para formar cuatro bolitas.



Fig. 33: Prueba de Resistencia Seca o Presencia de Arcilla

Se deja secar las cuatro bolitas por un período de 48 horas procurando que no se mojen por agentes externos.



Fig. 34: Prueba de Resistencia Seca o Presencia de Arcilla

Se presiona firmemente cada una de las bolitas elaboradas con el dedo pulgar y con el dedo índice.



(a)



(b)

Fig. 35: Prueba de Resistencia Seca o Presencia de Arcilla (a) Muestra 1, (b) Muestra 2



(c)



(d)

Fig. 36: (Continuación) Prueba de Resistencia Seca o Presencia de Arcilla

(c) Muestra 3, (d) Muestra 4

3.7.6.2. Pruebas en Laboratorio

a) Método de Ensayo de Contenido de Humedad de un Suelo (NTP 339.127 o ASTM D2216)

Primero: Se pesa el recipiente y se obtiene el peso de la tara



Fig. 37: Peso de recipiente para ensayo de Humedad

Segundo: Se pesa la muestra en estado natural. Y se obtiene el peso de la muestra humedad y el peso de la muestra humedad más tara.



(a)



(b)

Fig. 38: Ensayo de Humedad. (a) Pesado de muestra,
(b) Peso de muestra más tara

Tercero: Se coloca la muestra en el horno a 110°C por 24 horas



Fig. 39: Traslado de muestra al horno para ensayo

Cuarto: Luego de las 24 horas se saca la muestra del horno con los guantes y se deja enfriar.



Fig. 40: Retiro de la muestra del horno luego de 24 horas

Quinto: se pesa la muestra obteniéndose el peso de la muestra en estado seco.



Fig. 41: Peso de la muestra seca para ensayo

Sexto: Se hacen los cálculos respectivos con la ecuación n°5 para hallar el contenido de humedad en porcentaje.

b) Método de Ensayo de Análisis Granulométrico (NTP 339.128 o ASTM D422)

Primero: Se pesa el recipiente o tara:

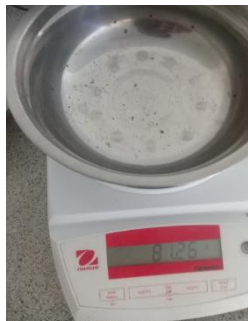


Fig. 42: Peso de recipiente para ensayo Granulométrico

Segundo: Se pesa 500 gramos como muestra representativa de la muestra total obtenida del ensayo de Humedad.



Fig. 43: Peso de muestra para ensayo

Tercero: Se empieza el lavado de la muestra utilizando el tamiz o malla N°20



(a)



(b)

Fig. 44: (a) y (b) Lavado de la muestra para ensayo

Cuarto: Después del lavado se coloca la muestra en un recipiente



Fig. 45: Muestra lista para colocarla en horno

Quinto: La muestra es llevada al horno durante 24 horas.



(a)



(b)

Fig. 46: (a) y (b) Muestra llevada al horno

Sexto: Después de retirar la muestra del horno se deja enfriar para pesar y obtener el peso del suelo seco.



Fig. 47: Peso de la muestra seca para ensayo Granulométrico

Séptimo: Se ordenan las mallas n°10, N°20, N°40, N°60, N°80, N°100, N°200 junto al depósito de fondo para dar inicio a la granulometría del suelo.



Fig. 48: Orden de tamices para ensayo Granulométrico

Octavo: Se empieza el tamizado, vaciando la muestra y luego agitando los tamices para luego pesar la muestra retenida en cada tamiz



(a)



(b)

Fig. 49: Ensayo de Granulometría. (a) y (b) Tamizado de la muestra

Noveno: Se pesa la muestra retenida en cada tamiz



Fig. 50: Muestras a pesar para ensayo

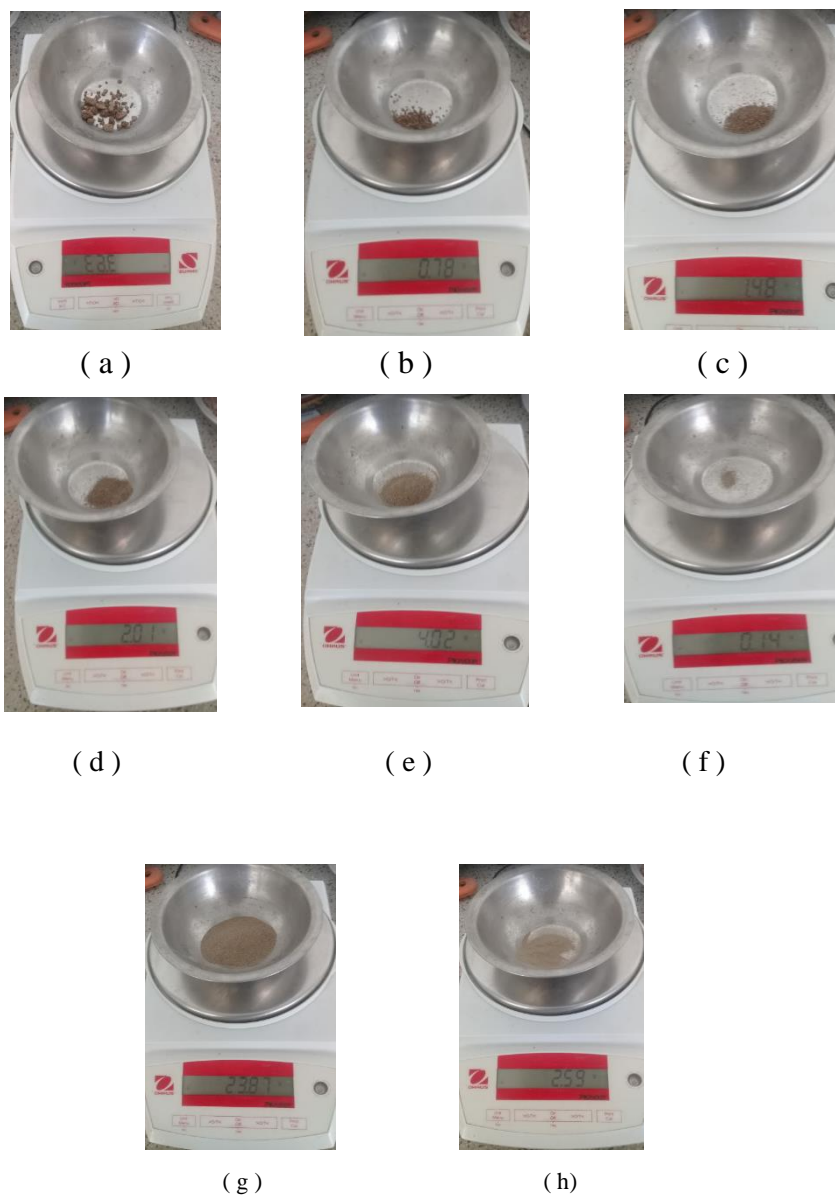


Fig. 51: Ensayo de Granulometría. (a), (b), (c),(d), (e), (f),(g), (h) Peso de muestra retenida en los tamices N°10, 20°,40°,60°,80°,100°200° y fondo

Luego siguiendo la ecuación n°4 indicada anteriormente y se procesan los datos.

c) Método de ensayo para determinar el Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos (NTP 339.129 o ASTM D4318)

Primero: Se manipula la muestra del suelo, destruyendo o aplanando su estructura



(a)



(b)

Fig. 52: Ensayo de Limites de Consistencia. (a) y (b) Trituración de muestra para ensayo.
Segundo: Se tamiza la muestra por la malla N°40 y se selecciona la que pase la malla



(a)



(b)

Fig. 53: Tamizado de la muestra. (a) Tamiz N°40 y fondo.
(b) Muestra que pasó por el tamiz

Tercero: Se coloca la muestra en un depósito y se mezcla con agua destilada y se amasa la muestra en forma repetida.



(a)



(b)

Fig. 54: Preparación para ensayo de Gravedad Específica.
(a) Agua destilada. (b) Muestra ensayada

Cuarto: Se coloca el aparato de Casagrande.

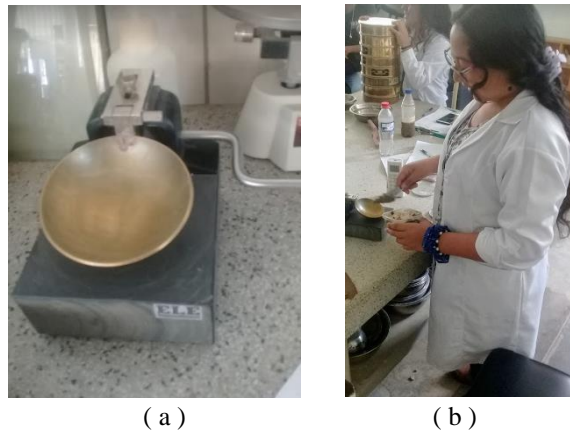


Fig. 55: Ensayo de Limites de Consistencia. (a) Copa de Casagrande. (b) Muestra ensayada
Quinto: Con la espátula se coloca la muestra a ensayar en el aparato de Casagrande

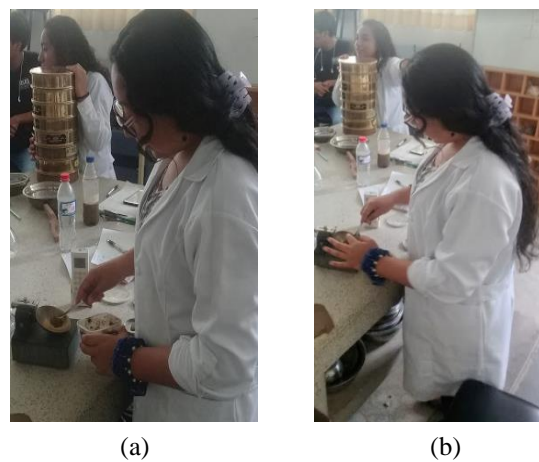


Fig. 56: (a) Colocación de muestra. (b) Golpes realizados a la Copa

Sexto: Se realizan de 15 a 35 golpes y toma una tajada de muestra para colocarlo en un recipiente y determinar el límite líquido.

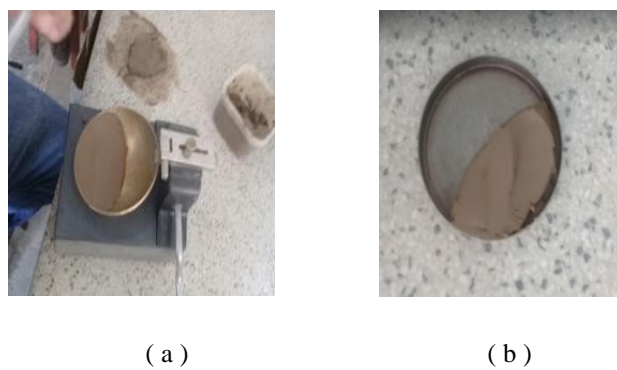


Fig. 57: Muestra ensayada. (a) Muestra en la Copa de Casagrande. (b) Muestra para determinar el Límite Líquido

Séptimo: Se toma un poco de material para colocarlo en un recipiente y determina su humedad.



(a)

(b)

Fig. 58: Determinación de la humedad.(a) Pesado de muestra antes de llevarla al horno.(b)Muestra puesta al horno.

Octavo: Se repite los anteriores pasos para tener dos pruebas adicionales y se llevan las muestras al horno por 24 horas para determinar el límite líquido



(a)

(b)

Fig. 59: Determinación del Limite Liquido.
(a) Pesado de la muestra. (b) Muestra puesta al horno

Noveno: Con la muestra usada, se toma una muestra de 20 g a 30 g y se divide en varias porciones para amasarla y formar cilindros de 3 mm de diámetro aproximadamente.

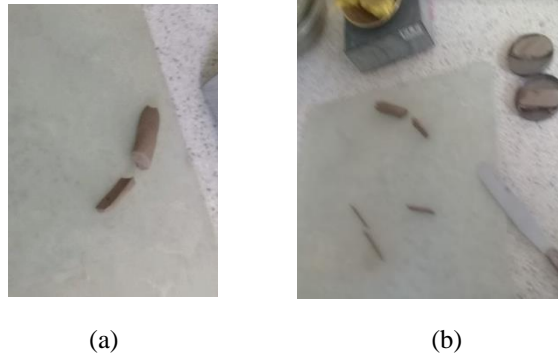


Fig. 60: (a) Muestra para determinar L.Plástico.(b) Formación de cilindros

Décimo: Se pesan las muestras para obtener el peso del tarro más suelo húmedo para luego llevarlas al horno y obtener el peso del tarro más suelo seco.

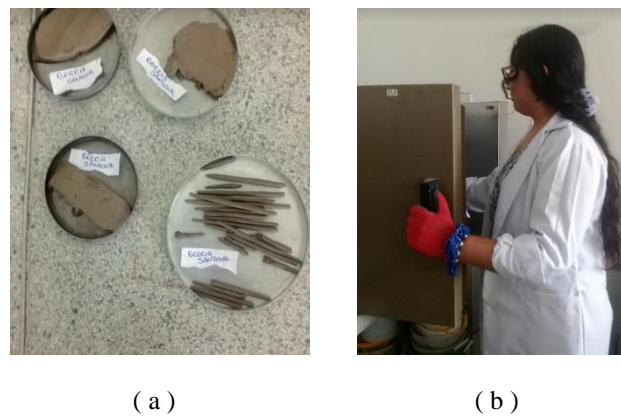


Fig. 61: Límite Plástico,(a)Muestras para determinación de ensayo.(b) Muestras puestas al horno.

Los datos se procesan siguiendo el procedimiento y la [ecuación n°2](#) y [ecuación n°3](#) .

d) Método de ensayo para determinar el Peso Específico Relativo de las partículas Sólidas de un Suelo (NTP 339.131 o ASTM D854)

Primero: Se seleccionan las dos fiolas que se utilizaran y se pesan para determinar el peso de la fiola.

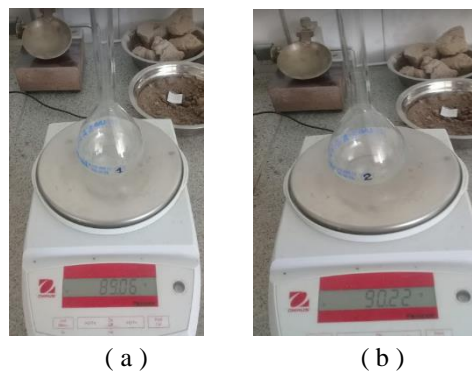


Fig. 62: Ensayo de Peso Específico.(a) Peso de fiola 1.(b) Peso de Fiola 2

Segundo: Se tamiza la muestra por la malla N°10 y se pesa separando dos muestras de 50 gramos cada una.



Fig. 63: Tamiz N°10 para ensayo

Tercero: Se llena el frasco volumétrico hasta $\frac{3}{4}$ partes su capacidad con agua destilada.



(a)

(b)

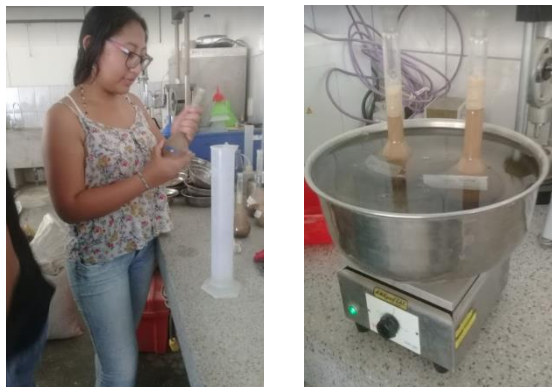
Fig. 64: (a) Peso de Fiola n°1.
(b) Peso de Fiola n°2 con agua destilada respectivamente

Cuarto: Se retira el agua destilada y se vierte las muestras en ambos frascos para volver a vaciar el agua destilada.



Fig. 65: Colocación de suelo en la fiola

Quinto: Se elimina el aire atrapado y se hierve a baja temperatura durante 10 minutos, con el objetivo de eliminar el aire.



(a)

(b)

Fig. 66: Ensayo de Gravedad Específica.
 (a) Agitación de la fiola para eliminar aire atrapada
 (b) Fiolas hirviendo a bajas temperaturas.

Sexto: La expresión de los resultados se realiza con el cálculo de la ecuación n°6 .

3.7.7. Selección de la dosificación más adecuada

3.7.7.1. Fabricación de las Unidades de Adobes

Se calculan los porcentajes de ceniza y cal con el que se mezclará el barro. Estos porcentajes se calcularon respecto al peso de la muestra de adobe, por eso se realizaron adobes de prueba con la finalidad de determinar su peso aproximado.

3.7.7.1.1. Adobes de Prueba

Se mezcla el material con agua para amasarla de barro y se deja reposar por un día. Luego se coloca la combinación de barro en el molde de adobe, previamente humedecido para que la masa no se adhiera con el molde.



Fig. 67: Fabricación de Adobes de Prueba

Se quita el molde y se deja secar las unidades de adobe a la intemperie por lo menos una semana.



Fig. 68: Adobe de prueba

3.7.8. Selección de una de las cinco dosificaciones de adobe

3.7.8.1. Dosificación

Teniendo en cuenta el peso aproximado de la unidad de adobe de prueba, se realizaron 5 dosificaciones en porcentaje de su peso, con estas muestras se ejecutó el ensayo de Erosión y Resistencia a la Compresión y posteriormente se eligió la más adecuada. La dosificación se realizó en referencia a los resultados del ensayo de determinación de pesa.

3.7.8.2. Fabricación

Teniendo definidas las dosificaciones se procedió a la fabricación de los adobes



Fig. 69: Dosificaciones de cal y ceniza para la fabricación de Adobes
Se dejó reposar el barro por 24 horas y se procedió a la elaboración 5 unidades de adobe de cada dosificación.



(a)



(b)

Fig. 70: Elaboración de adobe.(a)Preparación del barro.(b)Adición de los componentes

-Luego se mezcla el barro con los dos componentes adicionales según la dosificación establecida.



(a)



(b)

Fig. 71:Elaboración de adobe.(a) Preparación de mezcla.
(b) Moldeado de las unidades de adobe

-Posteriormente se coloca la masa en el molde para retirarlo y dejar secar las unidades de adobe. En total son 20 unidades de adobe en dosificaciones de 3%, 5%, 8%, 10% y 12%, adicionalmente cuatro unidades de adobe normal con las que se harán las comparaciones.



Fig. 72: Almacenamiento de las unidades de adobe

3.7.8.3. Ensayo de Resistencia a la Compresión

Se utilizaron unidades de adobe de aproximadamente de dimensiones 15x20x10. Se optó por esta alternativa con el fin de analizar su comportamiento.

Procedimiento

Se cubrió cada una de las muestras con una ligera capa de yeso y cemento en dosificación de 2:1 para uniformizar la superficie.



Fig. 73: Recubrimiento de la superficie del adobe

Identificó cada uno de las muestras a ensayar y se limpió con una brocha

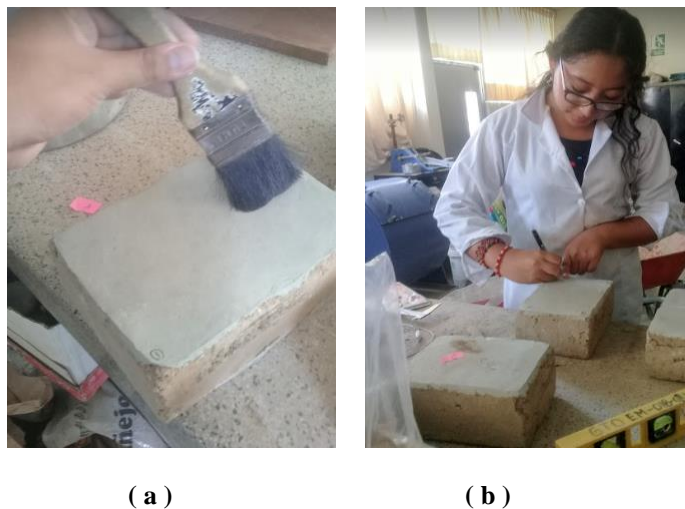


Fig. 74: Preparación de muestras.(a) Limpieza de las unidades.
(b) Identificación de la unidades de adobe.

Se midió el área de contacto: el largo y ancho, de cada muestra a ensayar y se anotó para los cálculos correspondientes.

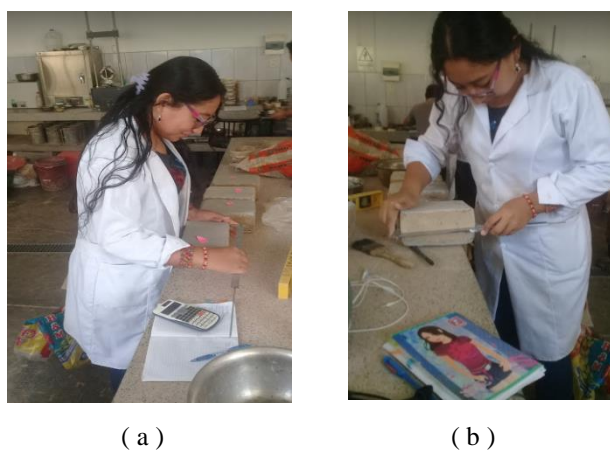


Fig. 75: Preparación de muestras.(a) Medición del ancho de la muestra.
(b) Medición del largo de la muestra

Para ensayar las muestras se tuvo en cuenta la norma NTP 399.613, y se adaptó para realizar este ensayo a las unidades de Adobe con fines investigativos. Por eso se ensayaron las unidades de adobe a los 7, 14 y 21 días para analizar su comportamiento y conocer su resistencia en diversos períodos de tiempo.

Asimismo para el ensayo a compresión a los 28 días se realizaron cubos de medidas de 0.1m, tal como está definido en la norma E.080.



Fig. 76: Muestras para el ensayo de Compresión a los 28 días

a) Resistencia de Adobe a Compresión a los 7 días

La norma E.080 nos indica que las muestras deben cumplir con que el promedio de las 4 muestras (de 6 muestras) sea mayor o igual que la resistencia última de 10.2 kgf.

Cumpliendo con el procedimiento explicado anteriormente se procedió a ensayar las unidades a los 7 días, teniendo en cuenta que adicionalmente de ensayar las 5 dosificaciones planteadas, se ensayará unidades de adobe normal con el fin de comparar los resultados.

Durante el ensayo se aplica una carga perpendicular a la superficie o área de contacto de las unidades de adobe y se registrará la carga máxima aplicada para luego procesar los datos y con la ecuación n°11 determinar el f^b del adobe.



(a)



(b)



(c)



Fig. 77: Resistencia a Compresión a los 7 días. (a),(c) y (e) Valor obtenido. (b),(d) y (f) Muestra ensayada

b) Resistencia de Adobe a la compresión a los 14 días

Se ensayaron las unidades de adobe a los 14 días de fabricación para analizar su comportamiento, teniendo en cuenta el procedimiento explicado anteriormente. Para determinar el f'_b del adobe se usa la ecuación n°11

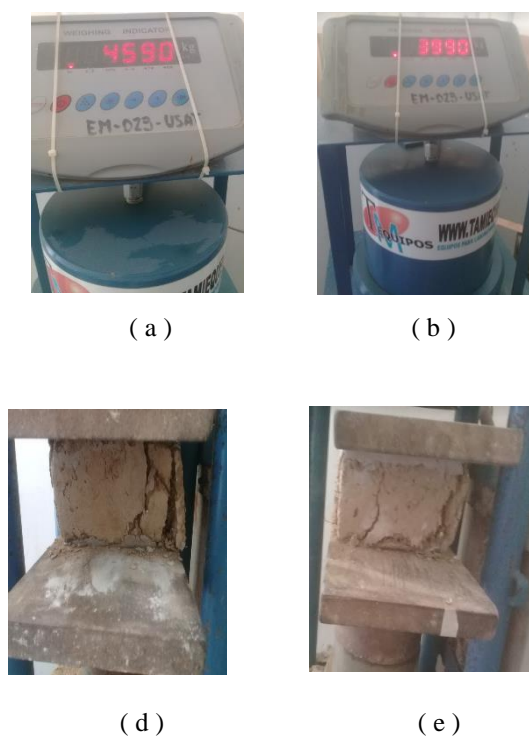


Fig. 78: Resistencia a Compresión a los 14 días. (a) y (b) Valores obtenidos. (c) y (d) Muestras ensayadas

c) Resistencia a Compresión a los 21 días

Se ensayaron las unidades de adobe a los 21 días de fabricación para analizar su comportamiento, teniendo en cuenta el procedimiento explicado anteriormente. Para determinar el f^b del adobe se usa la ecuación n°11.



(a)

(b)



(c)



(d)

Fig. 79: Resistencia a Compresión a los 21 días.
(a) y (b) Muestras ensayadaS

d) Resistencia a Compresión a los 28 días

Se ensayaron las unidades de adobe a los 28 días de fabricación para analizar su comportamiento, Se fabricaron las unidades o cubos de adobes de 10x10x10. Teniendo en cuenta el procedimiento explicado anteriormente. Para determinar el f^b del adobe se usa la ecuación n°11.



Fig. 80: Máquina Usada para Ensayo a Compresión



(a)



(b)

Fig. 81: Ensayo de Compresión 28 días.
(a) Colocación de la muestra. (b) Muestra ensayada



Fig. 82: Muestra ensayada a Compresión

3.7.8.4. Ensayo o Prueba de Erosión Acelerada

Para realizar este ensayo se utilizó un mecanismo de Erosión Acelerada, teniendo en cuenta otras investigaciones realizadas se realizó el siguiente procedimiento:

Se colocan las unidades de adobe en acción con el mecanismo para medir la erosión con una inclinación de 27 grados sobre la superficie de apoyo.



Fig. 83: Ensayo de Erosión Acelerada

La altura de las gotas que caen del mecanismo debe ser a 1 m. con respecto a la cara inclinada del adobe.

Para finalizar se mide la oquedad con una varilla o una barra milimetrada y se determina si la unidad es apta o no apta.

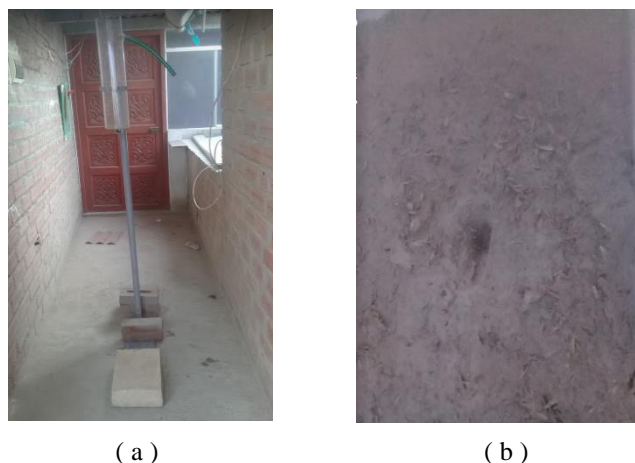


Fig. 84: Ensayo de Erosión Acelerada.
(a)Mecanismo de Erosión Acelerada. (b) Muestra Ensayada

3.7.9. Pruebas a las unidades de Adobe

3.7.9.1. Variación dimensional en las unidades de adobe

La normativa que se siguió para este ensayo es la Norma Técnica Peruana 399.613 2017. En el siguiente ensayo se usaron muestras de unidades de adobes en estado seco. Se medirán las dimensiones, obteniendo cuatro medidas correspondiente al largo, ancho y altura respectivamente.



Fig. 85: Medición para Ensayo de Variación Dimensional

Los datos son procesados con la ecuación n°8, ecuación n°9 se determinará el porcentaje de variación que tenga una con respecto a otra.

3.7.9.2. Prueba de succión en unidades de adobe

Para realizar este ensayo se utilizó una bandeja para contener el agua, soportes para los adobes, con el objetivo de que se mantenga un nivel de contacto entre las unidades de adobe a ensayar y el agua.

Primero, se hacen las mediciones correspondientes a las muestras de adobe a ensayar y luego se pesan las unidades en una balanza electrónica con una precisión de 0.5 gramos.

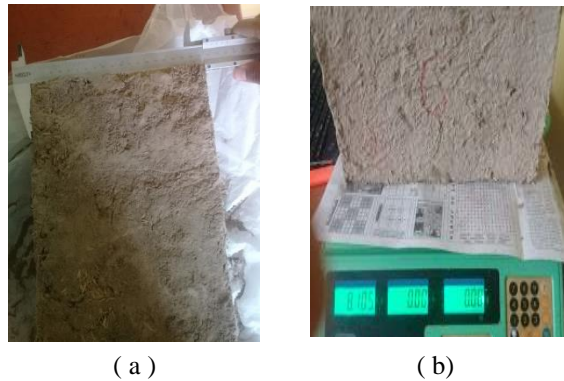


Fig. 86: Ensayo de succión. (a) Medición de adobe.
(b) Determinación de Peso para prueba.

Segundo, ubicamos la bandeja encima de una superficie nivelada, luego se colocan los soportes metálicos. Posteriormente agregamos agua constantemente con el objetivo de permanecer el agua constante durante 1 min \pm 1 segundo.

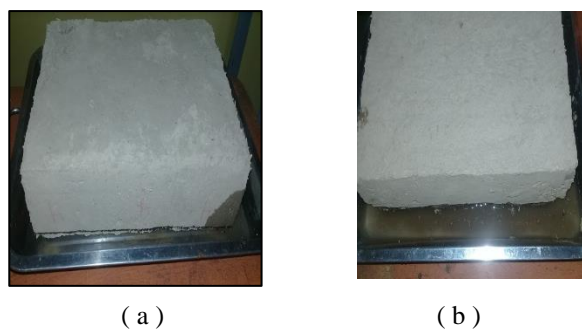


Fig. 87: (a) y (b) Muestras ensayadas por Succión

Tercero, se retira la unidad de adobe para pesarlo nuevamente. Este peso incluye el agua absorbida por el periodo de un minuto.

Cuarto, la Succión se calcula mediante la ecuación n°10.

3.7.9.3. Ensayo para determinar la Resistencia a Flexión

3.7.9.3.1. R. a Flexión en muestras de adobe de 10x20x30

La normativa que se siguió para este ensayo es la Norma Técnica Peruana 339.078 2012.

Primero, se identifican las muestras a ensayar.

Segundo, Se acomoda el mecanismo para simular el sistema de aplicación de carga.



Fig. 88: Mecanismo para simular el sistema de cargas



Fig. 89: Mecanismo para simular el sistema de cargas aplicado

Tercero, Se aplica la carga en los tercios de la luz de la muestra



Fig. 90: Falla producida por la aplicación de la carga



Fig. 91: Fuerza aplicada del ensayo a Flexión



Fig. 92: Ensayo en laboratorio

3.7.9.3.2. R. a Flexión de muestras de adobes de 15x15x30

Para este ensayo se identificaron las muestras a ensayar. Cuyas dimensiones fueron de 50*15*15. Se tomó como referencia el procedimiento indicado en la NTP 339.078.



Fig. 93: Muestras realizadas para el Ensayo de Flexión

Estas muestras al igual que todas las demás, fueron ensayadas a los 28 días y se ensayaron 6 unidades para cada dosificación, teniendo en cuenta también las seis unidades para el adobe normal, con el que se harán las comparaciones.

Se identificaron las muestras y se hicieron las mediciones respectivas con forme al procedimiento detallado anteriormente.



Fig. 94: Ensayo de Resistencia a Flexión Parte 1



Fig. 95: Ensayo de Resistencia a Flexión Parte 2

Las roturas de las muestras son las siguientes:



Fig. 96: Ensayo de Flexión: Rotura de Muestra Tipo 1



Fig. 97: Ensayo de Flexión: Rotura Tipo 2

En las figuras 93, 94 y 95 se muestran los diferentes tipos de rotura que se presentaron al realizar el ensayo de flexión.



Fig. 98: Ensayo de Flexión: Rotura tipo 3

3.7.9.4. Ensayo de Resistencia a tracción o Compresión Diametral

Para este ensayo se fabricaron muestras circulares de dimensiones de 15*30 cm, se ensayaron a los 28 días.

Se adaptaron moldes para facilitar el vaciado de la mezcla, teniendo en cuenta el tiempo y la preparación del barro adicionando los componentes de cenizas de carbón y cal.



Fig. 99: Muestras para Ensayo de Tracción



Fig. 100: Almacenamiento de muestras para Ensayo

Se identificaron las muestras, 6 de cada dosificación y se procedió a someter las probetas para determinar su resistencia a tracción por compresión diametral. Tal como se muestra en la imagen, se aplicó una fuerza axialmente.



Fig. 101: Ensayo de Tracción en muestras de adobe



Fig. 102: Ensayo de Tracción en muestras de Adobe

En las figuras 98, 99 y 100 se muestran las probetas ensayadas, tal como se indica en la norma, de tal manera que se conozca la resistencia del material de tierra a tracción y en este caso se evalúan, además de las muestras con adobe normal, las muestras de adobe con adición de 3%, 5%, 8%, 10% y 12%.



Fig. 103: Muestra de adobe ensayada a tracción

3.7.10. Ensayos al mortero

3.7.10.1. Ensayo de resistencia a Compresión del mortero

El procedimiento a seguir para la realización de este ensayo, es el siguiente:

Identificar cada muestra para la realización del ensayo.



Fig. 104: Pilas de Adobe a ensayar

Cubrir los especímenes con una mezcla de yeso y cemento. Se deja reposar por 24 horas.



Fig. 105: Muestra a ser ensayada

Se mide el ancho y el largo de cada muestra, tanto de la cara superior y de la cara inferior.

Luego se Colocan las muestras sobre su mayor dimensión y se aplica la carga hasta alcanzar la rotura.



Fig. 106: Ensayo de Resistencia a Compresión en Pilas

3.7.10.2. Ensayo de Resistencia a Tracción del Mortero

Primero, hallar el esfuerzo máximo a la tracción indirecta en probetas conformado por la unión de dos unidades de adobe haciendo uso de mortero de barro con o sin estabilizante. [14]

La resistencia última deberá ser de $0.012 \text{ MPa} = 0.12 \text{ kgf/cm}^2$. [14]

El promedio de 4 muestras deberá cumplir la resistencia última indicada anteriormente, pero se deben ensayar 6 muestras. [14]



Fig. 107: Identificación de muestras a ensayar



Fig. 108: Pilas de Adobe

3.7.10.3. Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes

La metodología de este ensayo, es el siguiente: Se inició la construcción de los muretes de adobe, verificando la verticalidad.

Las juntas de los muros variaron entre 2.0 cm y 2.5 cm, aproximadamente.



(a)

(b)

Fig. 109: Construcción del Muro.(a)Construcción de segunda hilada.
(b)Construcción de cuarta hilada

Para realizar este ensayo se tuvo en cuenta, un mecanismo que permita el fácil transporte del murete a la máquina compresora.

Se construyeron muros, con adobe normal y adobe de dosificación 10%.

Estos muros tienen dimensiones nominales de 50*50*20.



Fig. 110: Muretes a ensayar

Como paso final, se debe de ensayar dicho muro y determinar el esfuerzo a la compresión que soporta.



(a)



(b)

Fig. 111: (a) y (b) Colocación de muestras a ensayar

Este ensayo se realizó en el Laboratorio de la Universidad Pedro Ruiz Gallo.

Durante el ensayo de observe las fisuras que aparecían al incrementarse la carga



(a)



(b)

Fig. 112: Ensayo de Compresión Diagonal: (a) Muestra 1 colocada en prensa.(b) Muestra 2 colocada en prensa

3.7.10.4. Ensayo de Inundación Simulada

Para este ensayo se requiere construcción de pozas de ensayo.

Los canales son estructuras de albañilería que se construyen sin refuerzo, se tarrajean las paredes interiores. Se utiliza cemento para el tarrajeo. Ambos canales son de secciones iguales y dimensiones también iguales con la finalidad de esta forma analizar cada técnica. (De la Cruz y Guerrero 2012, 42)

Primero, se construyeron dos canales o pozas de ensayo, las características geométricas de las pozas son de secciones interiores de 1.9 x 0.80 m.

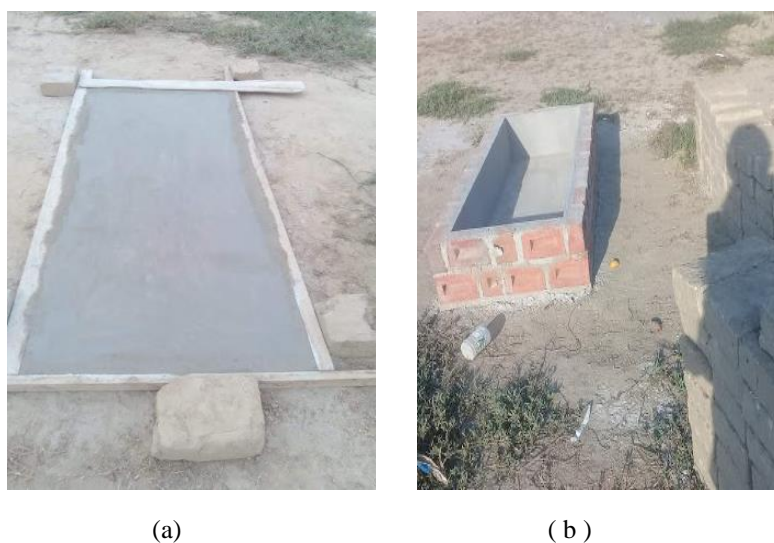


Fig. 113: Construcción del Canal de Ensayo.(a)Losa de canal de ensayo.
(b)Canal o Posa



Fig. 114: Poza o canal de Ensayo

Segundo, se hizo una prueba de estanqueidad a los canales para identificar posibles filtraciones.



Fig. 115: Prueba de Estanqueidad

Tercero, se construyeron 2 muros por separado (1.3 metros) por cada tipo de material, uno con el adobe normal y el otro con el adobe adicionado con cal y ceniza de carbón en dosificación de 10%.



Fig. 116: Construcción de Muros de Adobe

La construcción de los muros se hizo en el mismo lugar de fabricación del adobe para facilitar el transporte.

Construidos los dos muros se dejaron secar al ambiente durante el tiempo de 1 semanas.



Fig. 117: Muros de Adobe

Cuarto, Se colocó marcas cada sección del canal para medir el agua absorbida

Quinto, la inundación del canal se realizó de manera simultánea y constante.



Fig. 118: Inundación de ambos canales o pozas

Sexto, teniendo en cuenta El Periodo Corto de Inundación, se realiza un control cada 15, 30 ,60 minutos durante 72 horas, para determinar la cantidad de agua absorbida y el ascenso del agua por capilaridad.



(a)

(b)

Fig. 119: Procesamiento de datos. (a)Medición de capilaridad.
(b) Medición de absorción

Durante este periodo el Muro con Adobe normal o Muro Patrón colapsó a las dos horas de inició del ensayo.



Fig. 120: Derrumbe de Muro Patrón
El inició del ensayo inició el día 24 de mayo.



Fig. 121: Ensayo de Inundación Simulada

Séptimo, de la misma manera que el paso anterior, se hicieron las mediciones cada 8 horas teniendo en cuenta el Periodo Prolongado de Inundación, pero solo al Muro de adobe con 10% de cal y ceniza de carbón.

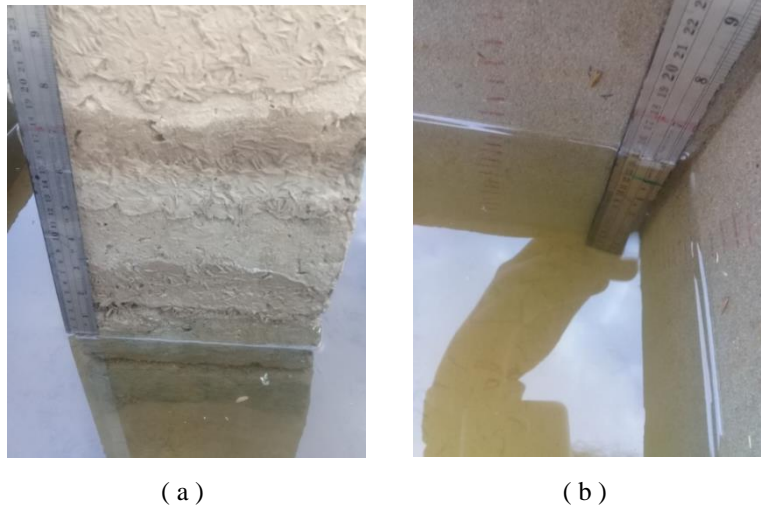


Fig. 122: Obtención de datos. (a)Medición de capilaridad.
(b) Medición de absorción

Teniendo en cuenta el volumen de agua absorbida por el muro, se repuso el volumen de agua que absorbió durante 1 día (24 horas).



Fig. 123: Vertido de volumen de agua absorbido

Estos datos de capilaridad y volumen de agua absorbido son procesados y se muestran en el capítulo de Resultados.

Teniendo en cuenta que el día 26 de mayo del año 2019 ocurrió un movimiento sísmico de magnitud 8 a las 02:41 am, con epicentro a 75km sureste de Lagunas en el departamento de Loreto. El muro con dosificación de 10% que se construyó el día 24 de mayo no se derrumbó, a pesar de la magnitud y duración del sismo. La intensidad con la que llegó el sismo desde el epicentro hasta el departamento de Lambayeque fue de IV, siendo caracterizada como intensidad Moderada, como se muestra en la fig. 208.

El estado del muro después de ocurrido el sismo es como se muestra en la imagen.



Fig. 124: Muro de Adobe después de ocurrido el sismo

Hasta la fecha de presentación de informe de tesis de tesis I (11/06/2019) el muro aún no se había derrumbado.

Posteriormente en los días siguientes se continuó con el control del muro, midiendo la absorción y la capilaridad. Teniendo en cuenta que pasó la fase de periodo largo o prolongado en la que se hacen las mediciones diarias, por eso se hicieron las mediciones semanalmente y no tan constantes como en el periodo corto de duración.

El ensayo terminó el 12/10/2019, derrumbándose el muro con adobes con adición de 10% de ceniza de carbón y cal, durando un total de 140 días, a menudo se realizaron las mediciones de absorción y capilaridad para obtener los datos correspondientes y conocer su comportamiento y duración en ese periodo.

3.7.10.5. Ensayo con Microscopio Eléctrico de Barrido

Este ensayo se realizó en la Universidad Nacional de Trujillo, con la finalidad de conocer la composición química de la unidad de adobe completa.

Con este ensayo se observan las muestras en imágenes con una resolución de unos 4 nanómetros con magnificaciones de hasta 300.000x. Para esto es necesario que la muestra a ensayar este limpia y seca.

Al finalizar el ensayo se obtienen las imágenes y las características o componentes presentes en la muestra. Los resultados se presentan en la Tabla LXV.

3.8. Plan de procesamiento para análisis de datos

Para el Análisis de Datos del Proyecto de Investigación, se ha dividido en 5 fases, las cuales se describen a continuación:

FASE I: Recopilación de información

1. Recopilación de información bibliográfica y antecedentes del proyecto
2. Análisis de información de proyectos de investigación similares
3. Revisión de normativa nacional vigente, NTP, ASTM, referente al proyecto.
4. Selección de la ladrillera artesanal de Lambayeque para obtener ceniza de fondo.
5. Obtención de arcilla para fabricar adobe del Distrito de Túcume
6. Ensayos in situ para la selección del material adecuado (arcilla)
7. Obtención de cal y cenizas de carbón en la ladrillera seleccionada de Lambayeque

FASE II: Desarrollo de la investigación

1. Ensayos para seleccionar la ceniza de la ladrillera artesanal
2. Ensayos en laboratorio para seleccionar el suelo
3. Establecer las dosificaciones adecuadas de cal y de cenizas de carbón en la elaboración del adobe.
4. Fabricación de los adobes.
5. Construcción de los dos tipos de muro.
6. Ensayos a las muestras de adobe normal.
7. Ensayos a las muestras de adobe con cenizas de carbón y cal
8. Ensayos al muro tipo patrón con adobe normal
9. Ensayos al muro tipo patrón con cenizas de carbón y cal

FASE III: ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Procesamiento y evaluación de datos de los ensayos realizados.
2. Análisis y Evaluación de resultados obtenidos de las dos comparaciones
3. Análisis comparativo de costos
4. Conclusiones y Recomendaciones

FASE IV: PRESENTACIÓN Y SUSTENTACIÓN FINAL

1. Edición, presentación
2. Levantamiento de Observaciones
3. Sustentación Final de tesis

3.9. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
Proyecto de Investigación							
Título: Evaluación de la Erosión y Resistencia del Adobe adicionado con cal y cenizas de Carbón							
Planteamiento del Problema		Objetivos	Hipótesis	Variabes	INDICADORES	METODOLOGÍA	
Problema		O.General		V. Independiente			
¿Qué efecto tienen las cenizas de carbón y la cal en la erosión y resistencia a la compresión del adobe?	Evaluar la erosión y resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal	O.Específico Seleccionar la ladrillera de la cuál se obtendra las cenizas de carbón. Establecer la dosificación óptima de la adición de ceniza y cal Realizar la prueba de Erosión a las unidades de Adobe Realizar la prueba de Resistencia a la compresión en unidades de Adobe Realizar en el ensayo de inundación en Muros Realizar los ensayos correspondientes al adobe Efectuar el análisis de costos	La hipótesis que se propone es: La erosión y la resistencia a compresión del Adobe del distrito de Túcupe mejorarán con la adición en la mezcla de preparación del adobe, cal y cenizas de carbón, proveniente de la ladrillera artesanal.	Cenizas de Carbón	Variación Dimensional	Tipo de Investigación	
					Ensayo de Succión	De acuerdo al fin que se persigue es: Aplicada	
					Ensayo de Absorción	De acuerdo a la metodología es: Experimental	
				Cal	Resistencia a la Compresión	De acuerdo a los tipos de datos analizados es: Cuantitativa	
					E. de Compresión Diagonal	Nivel de Investigación	
					Ensayo de Erosión Acelerada	Por las características de esta investigación es de nivel: Descriptivo	
				Erosión	V. Dependiente	R. Compresión de Albañilería	Diseño de Investigación
					R. Corte de Albañilería	Es de tipo Experimental y para el diseño de contrastación de la hipótesis se recurrirá al método de ensayos comparativos, basados en comparaciones experimentales en las cuales se evaluará el comportamiento de las unidades de adobes tradicionales y el de los muros de adobe con la incorporación de cenizas de carbón y cal.	
					Ensayo de Inundación Simulada		
				Resistencia	Ensayos característicos para el adobe		
	Ensayos químicos						

3.10. Consideraciones Éticas

CONSIDERACIÓN	ANTECEDENTES			INVESTIGACIÓN PROPIA
	AUTOR	TÍTULO	ELECCIÓN	
Elección de la ceniza de carbón	L. Mamani y A. Yataco	Estabilización de Suelos Arcillosos aplicando Ceniza de Madera de Fondo, Producto de las Ladrilleras Artesanales en el Departamento de Ayacucho	La elección de la ceniza de madera de fondo para estabilizar los suelos arcillosos	Se eligió estudiar a las cenizas de carbón producto de las ladrilleras artesanales que usan como combustible el carbón para la fabricación de ladrillos. Se realizó el ensayo químico para determinar su composición y evaluar su comportamiento con material de arcilla
	R. Perez	Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos	Clasificación de las cenizas volantes y uso en suelos arcillosos	
	K. Cubas y J. Falen	Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas	Clasificación de la ceniza de Carbón y Caracterización de la ceniza volante, requerimientos mínimos	
Elección de los Porcentajes a utilizar	V. Romero Cuentas y C. Callasi Venero	Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto	Selección de 2 porcentajes, 5 y 10% para estudiar el comportamiento de las unidades de adobe con asfalto	Se seleccionaron las dimensiones comerciales de la zona del distrito de Túcume para realizar las comparaciones, las cuales son de 20x30x10. Se obtó por plantear los porcentajes de 3%,5%,8%10% y 12% con el objetivo de evaluar sus propiedades al incrementar en un rango de 2% las dosificaciones de cal y cenizas de carbón
	D. Quintana Choqueluque y M. Vera Salizar	Evaluación de la erosión y resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50% 75% y 100%	bloques de adobe de 25x13x10 cm con adición de paja de 10cm de longitud, se sustituyó el agua por mucílago de tuna en los porcentajes de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% con respecto al peso del agua.	
	C. Diaz y V. Puyén	Evaluación de la Resistencia del Adobe estabilizado a la acción del agua adicionando Jabonato de Alumbre o Mucílago de Cactus de San Pedro	unidades de adobe de 20x30x10 con la adición de mucílago de cactus y jabonato de alumbre en porcentajes de 3%, 6%, 9% y 12%	

Ensayo de Inundación	D. Cabrera Arias y W. Guaynate Granados	Mejoramientos de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de las lluvias	Técnicas para mejorar el adobe. En todas las técnicas se realizó una prueba de inmersión de muros para simular una exposición de agua por inundación	Se hizo referencia a este método para simular la inundación y se construyeron 2 pozas superficiales para evaluar el comportamiento de los muros
Análisis Estadístico	C. Mantilla Calderon	VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL ADOBE AL INCORPORAR VIRUTA Y CAUCHO	Análisis de la desviación estándar para cada ensayo comparativo	Se realizó el análisis estadístico, mediana, moda, rango, desviación estándar para cada ensayo

En el cuadro anterior se muestran las referencias que se han tomado para el desarrollo de esta investigación, las cuales se encuentran como antecedentes para lograr los objetivos planteados en este proyecto.

Asimismo en este trabajo de investigación se siguieron los lineamientos éticos. Se presenta la declaración curada en el Anexo 01: documentos, como prueba de que este proyecto no se ha ejecutado ni se encuentra en ejecución..

Además se muestran los documentos de las pruebas realizadas debidamente sellados por el laboratorio donde se hicieron los ensayos, con esto garantizando la veracidad de los resultados.

Por otro lado, las investigaciones tomadas referencialmente para el desarrollo y consistencia de este proyecto investigativo, han sido citadas y se muestran en el marco teórico y en la bibliografía.

IV. Resultados

4.1. Selección de la ladrillera artesanal

La selección de la ladrillera artesanal para la obtención de ceniza se eligió teniendo en cuenta las propiedades puzolánicas de la muestra de cenizas.

Esta ladrillera se encuentra en Illimo, lo cual ayudo para facilitar el transporte de la ceniza hasta el lugar de fabricación del adobe.



Fig. 125: Ladrillera artesanal Illimo

Para determinar que compuestos tiene la muestra de ceniza se realizó el ensayo químico, en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, los resultados se presentan en el Anexo: documentos, y en la [Tabla XIII](#) se muestra el resumen de los resultados obtenidos.

4.1.1. Ensayo Químico

En el análisis químico se obtuvo la cantidad en porcentaje de Oxido de Silicio, Oxido de Aluminio, Oxido de Hierro, Oxido de Calcio, siendo estos componentes puzolánicos, se eligió la ladrillera que tiene estos componentes en mayor cantidad.

Tabla XII
Composición de la ceniza

		SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +CaO+FeO ₃
Muestra n°1:	Illimo	74.6
Muestra n°1:	Pacora	56.5
Muestra n°2:	Mochumí	40.7

Nota: Se muestran las ladrilleras evaluadas con las cantidades de compuestos puzolánicos.

4.2. Selección y pruebas del suelo para la Fabricación de Adobes

4.2.1. Pruebas In Situ

4.2.1.1. Prueba de Color

TABLA XIII
Prueba de Color

ENSAYO IN SITU PARA LA SELECCIÓN DE SUELO			
Tesis: "Evaluación de la Erosión y Resistencia del Adobe adicionado con Cenizas de Carbón y Cal"			
Prueba del Color			
	MUESTRA #1	MUESTRA #2	MUESTRA #3
Color claro, brillante: Suelo Inorgánico	SI	NO	NO
Color verde o negro: Suelos Orgánicos	NO	SI	SI
RESULTADO: SUELO	NO APTO	APTO	APTO

Nota: Se observa la distribución de muestras de acuerdo al resultado obtenido

En esta tabla se presentan los resultados del ensayo de Color, siendo la muestra #2 y muestra #3 apta para la fabricación de adobes, y la muestra #1 no apta.

4.2.1.2. Prueba Granulométrica de la Botella

TABLA XIV
Prueba de la Botella

ENSAYO IN SITU PARA LA SELECCIÓN DE SUELO			
Tesis: "Evaluación de la Erosión y Resistencia del Adobe adicionado con Cenizas de Carbón y Cal"			
Tesisista: Grecia Darinka Sandoval Alvarado			
Prueba de la Botella (Granulometria por Sedimentación)			
	MUESTRA #1	MUESTRA #2	MUESTRA #3
Rangos de : 60% Arena, 20% Arcilla, 20%Limo	NO	NO	SI
RESULTADO: SUELO	NO APTO	NO APTO	APTO

Nota: Se observa la distribución de muestras de acuerdo al resultado obtenido

En la siguiente tabla muestra los resultados del ensayo in situ de la prueba granulométrica o de la Botella, siendo la muestra #3 apta para la fabricación de adobes. Esta prueba se denomina Granulometría por Sedimentación.

4.2.1.3. Prueba Solidez

TABLA XV
Prueba de Solidez

ENSAYO IN SITU PARA LA SELECCIÓN DE SUELO			
Tesis: "Evaluación de la Erosión y Resistencia del Adobe adicionado con Cenizas de Carbón y Cal"			
Prueba de Solidez			
	MUESTRA #1	MUESTRA #2	MUESTRA #3
Se rompe en partículas grandes	NO	NO	SI
Se desmorona en trozos grandes	SI	SI	NO
RESULTADO: SUELO	NO APTO	NO APTO	APTO

Nota: Se observa la distribución de muestras de acuerdo al resultado obtenido

En la tabla se muestra los resultados del ensayo de Solidez, siendo la muestra #3 apta para la fabricación de adobes.

4.2.1.4. Prueba del Enrollado

TABLA XVI
Prueba del Enrollado

ENSAYO IN SITU PARA LA SELECCIÓN DE SUELO			
Tesis: "Evaluación de la Erosión y Resistencia del Adobe adicionado con Cenizas de Carbón y Cal"			
Tesisista: Grecia Darinka Sandoval Alvarado			
Prueba del Enrollado			
	MUESTRA #1	MUESTRA #2	MUESTRA #3
El rollo alcanza una longitud de 5 cm	SI	NO	NO
El rollo alcanza entre 10-20 cm	NO	NO	SI
El rollo alcanza una longitud mayor a 20 cm	NO	SI	NO
RESULTADO: SUELO	NO APTO	NO APTO	APTO

Nota: Se observa la distribución de muestras de acuerdo al resultado obtenido

La siguiente tabla muestra los resultados del ensayo de Enrollado, siendo la muestra n°3 apta para la fabricación del suelo, ya que el rollo alcanzo una longitud entre 5-15 cm.

4.2.1.3. Prueba de Resistencia Seca o Presencia de arcilla

TABLA XVII
Prueba de Resistencia seca

ENSAYO IN SITU PARA LA SELECCIÓN DE SUELO			
Tesis: "Evaluación de la Erosión y Resistencia del Adobe adicionado con Cenizas de Carbón y Cal"			
Prueba de Resistencia Seca/P.de la Bolita			
	MUESTRA #1	MUESTRA #2	MUESTRA #3
Se rompe y/o agrieta al menos 1 bolita	SI	SI	NO
No se rompe , ni agrieta ninguna bolita	NO	NO	SI
RESULTADO: SUELO	NO APTO	NO APTO	APTO

Nota: Se observa la distribución de muestras de acuerdo al resultado obtenido

En la tabla se muestra los resultados de la Prueba de Resistencia Seca, siendo la muestra #3 un suelo apto para la fabricación de adobe. Puesto que esta prueba es un indicador de contenido de arcilla en un suelo, se descartaría la muestra #1 y #2 para el desarrollo de este proyecto.

Para definir, de las tres muestras de suelo seleccionadas, se escoge la muestra #3 para realizar los ensayos en laboratorio.

4.2.2. Pruebas en Laboratorio

4.2.2.1. Método de Ensayo de Contenido de Humedad de un Suelo (NTP 339.127 o ASTM D2216)

TABLA XVIII
Contenido de Humedad

	MUESTRA	1
1	Nº DEPOSITO	
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD	1553.71
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA	1503.65
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3)	50.06
5	PESO DEPOSITO	112.13
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5)	1391.52
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	3.60

Nota: Se presenta los cálculos respectivos para obtener el % de humedad

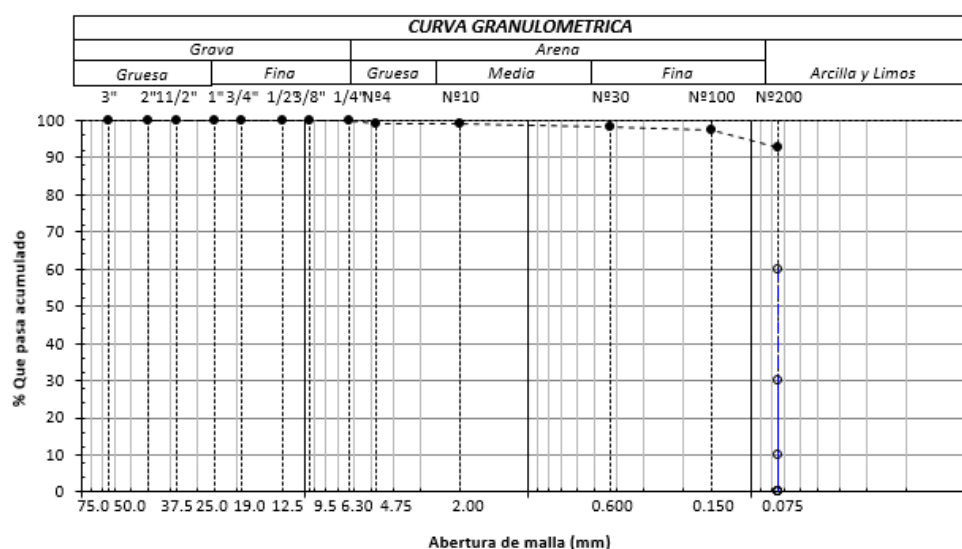
En esta tabla se muestra resultados del ensayo de contenido de humedad de la muestra de suelo apto seleccionada de los ensayos INSITU. Obteniéndose 3.60% de contenido de humedad.

4.2.2.2. Método de Ensayo de Análisis Granulométrico (NTP 339.128 o ASTM D422)

TABLA XIX
Ensayo de Granulometría

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso inicial de Muestra Seca	500 gr.
Peso de la Muestra después del lavado	114.03 gr.
Pérdida por lavado	385.97 gr.
Peso de tara	74.06 gr.

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
(Pul)	(mm)				
3"	75.000	0.000	0.000	0.0	100.0
2 1/2"	63.000	0.000	0.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.000	0.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.000	0.000	0.0	100.0
1"	25.000	0.000	0.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.000	0.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.000	0.000	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.000	0.000	0.0	100.0
Nº10	2.000	3.630	0.700	0.7	99.3
Nº20	0.850	0.780	0.200	0.9	99.1
Nº40	0.425	1.480	0.300	1.2	98.8
Nº60	0.250	2.010	0.400	1.6	98.4
Nº80	0.180	4.020	0.800	2.4	97.6
Nº100	0.150	0.140	0.000	2.4	97.6
Nº200	0.075	23.870	4.800	7.2	92.8
<Nº 200	FONDO	2.59	0.500	7.7	92.3



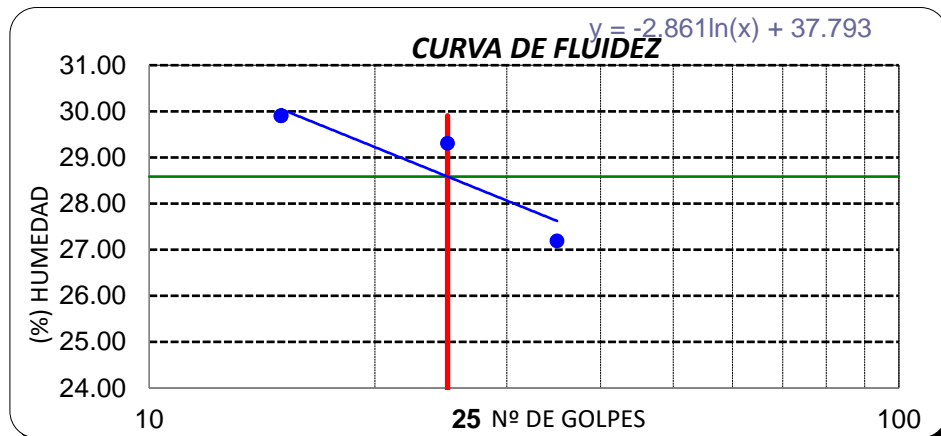
Nota: Se presenta los cálculos realizados en el ensayo de Granulometría

Con este ensayo se calculó la composición granulométrica del suelo con el fin de conocer la gradación de este mismo. Para ello se utilizaron los tamices N°10, N°20, N°40, N°60, N°80, N°100, N°200 y en base a esto se buscó conocer el peso retenido, así como el porcentaje del mismo y el porcentaje que pasa de este.

4.2.2.3. Método de ensayo para determinar el Límite Líquido y Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos (NTP 339.129 o ASTM D4318)

TABLA XX
Cálculo del de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico
N° de tarro	35	25	15	
N° de golpes	P.1	P.24	P.17	P.7
Tarro + suelo húmedo	25.76	20.11	26.87	22.49
Tarro + suelo seco	22.84	17.20	23.47	20.94
Agua	2.92	2.91	3.40	1.55
Peso del tarro	12.10	7.27	12.10	12.10
Peso del suelo seco	10.74	9.93	11.37	8.84
% de humedad	27.19	29.31	29.90	17.53



Nota: Se presenta los cálculos respectivos para obtener el % de humedad

Se obtuvo de resultado con este ensayo que para 25 golpes se tiene una humedad de 29.31 %.

En la tabla XXII se muestra la consistencia física de la muestra, siendo el límite Plástico 17.53%, y el resultado del Índice de Plasticidad es 11.05%. Siendo éste un factor determinante para la aceptación o elección del suelo.

TABLA XXI
Consistencia física de la muestra

Límite Líquido	28.58
Límite Plástico	17.53
Índice de Plasticidad	11.05

Nota: Se muestra los resultados finales del ensayo

4.2.2.4. Método para la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) (NTP 339.134 o ASTM D2487)

El sistema de clasificación SUSC señala a los Suelos de Partículas Gruesas y Finas, teniendo como referencia el tamiz N° 200, considerando que si más de la mitad del material ensayado se encuentra retenido en el tamiz N°200 se caracteriza por Suelos de Partículas Gruesas, y si más de la mitad del material ensayado pasa por el tamiz N° 200 se clasifica como Suelos de Partículas Fina.

En esta investigación el porcentaje que pasa el tamiz n°200 es mayor al 50%, se clasifica en suelo de partículas finas.

En el sistema AASHTO se tienen dos criterios o clasificaciones, primero materiales limo arcillosos y segundo, materiales granulares. Los granulares son aquellos que pasan igual o en un valor menor del 35% del material por el tamiz N°200 y aquellos materiales que pasan más del 35% por ciento por el tamiz N°200 son limos arcillosos.

En este caso el suelo pasó más del 35% por la malla N°200, por eso se clasifica como suelo Limo arcilloso.

TABLA XXII
Clasificación del suelo

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	28.58 (%)
Límite Plástico (LP)	17.53 (%)
Índice Plástico (IP)	11.05 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	
Arcilla de baja plasticidad	
Clasificación (AASHTO)	
Descripción	
Suelo Arcilloso	

Nota: Se presenta la clasificación obtenido de acuerdo a los datos procesados

4.2.2.5. Método de ensayo para determinar el Peso Específico Relativo de las partículas Sólidas de un Suelo (NTP 339.131 o ASTM D854)

TABLA XXIII
Ensayo de Peso Específico Relativo de las Partículas Sólidas

Muestra : M - 1	Fiola 1 M-1	Fiola 2 M-2
1. N° de fiola	F-1	F-2
2. Peso de la fiola g.	89.06	90.22
3. Peso de la muestra de suelo - seco g.	50.0	50.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (2+3) g.	139.1	140.2
5. Peso de la muestra + Fiola + agua g.	369.3	370.28
6. Peso de la fiola + peso de agua g.	338.01	339.19
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) (3)/((3+6)-5) g/cm^3	2.672	2.644

Nota: Se muestran los datos obtenidos del Ensayo de Peso Específico

En la tabla se muestra el peso específico relativo de las partículas sólidas cuyo resultado promedio es 2.65 g/cm³.

4.2.2.6. Ensayo de Resistencia a Compresión

La denominación S94-CF3-C3: indica adobe con dosificación de 3% de cal y 3% de ceniza de carbón.

La denominación S90-CF5-C5: indica adobe con dosificación de 5% de cal y 5% de ceniza de carbón.

La denominación S84-CF8-C8: indica adobe con dosificación de 8% de cal y 8% de ceniza de carbón.

La denominación S80-CF10-C10: indica adobe con dosificación de 10% de cal y 10% de ceniza de carbón.

La denominación S76-CF12-C8: indica adobe con dosificación de 8% de cal y 8% de ceniza de carbón.

4.2.2.6.1. Resistencia a Compresión a los 7 días

TABLA XXIV
Ensayo de Resistencia a Compresión a los 7 días

RESUMEN	
Muestra Patrón	9.84
Muestra S94-CF3-C3	12.61
Muestra S90-CF5-C5	11.12
Muestra S84-CF8-C8	9.92
Muestra S80-CF10-C10	10.55
Muestra S76-CF12-C12	10.47

Nota: Se presenta los datos obtenidos de acuerdo al ensayo realizado

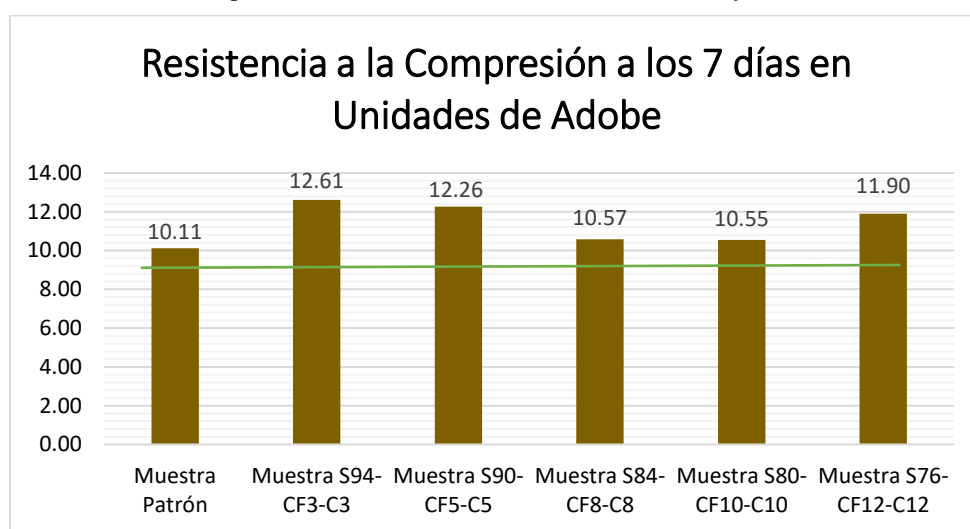


Fig. 126: Resistencia a Compresión a los 7 días

Se ensayaron 2 muestras por cada dosificación, la muestra que resultó tener mayor resistencia fue la de 3%, seguido por la muestra de 5%. Mientras que la muestra de obtuvo menor resistencia fue la de 10%, seguida por la de 8%.

Teniendo en cuenta que estos valores indican una resistencia temprana, la norma indica que la resistencia a compresión del adobe es de 10.20 kg/cm². En base a esto el adobe normal no llega a cumplir la resistencia mínima requerida.

4.2.2.6.2. Resistencia a Compresión a los 14 días

Tabla XXV
Resistencia a compresión a los 14 días

Muestra Patrón	17.56
Muestra S94-CF3-C3	15.79
Muestra S90-CF5-C5	14.43
Muestra S84-CF8-C8	13.99
Muestra S80-CF10-C10	14.57
Muestra S76-CF12-C12	16.08

Nota: Se presenta el resumen de los datos obtenidos

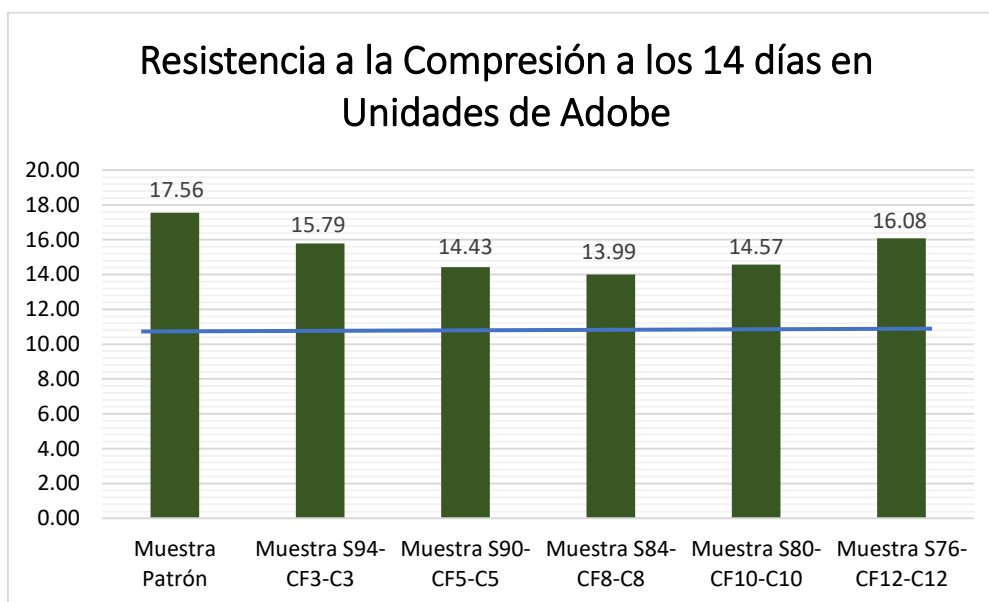


Fig. 127: Resistencia a Compresión a los 14 días

Se ensayaron 2 muestras por cada dosificación a los 14 días, la muestra que resultó tener mayor resistencia fue la de 12%, seguido por la muestra de 3%. Mientras que la muestra de obtuvo menor resistencia fue la de 8%, seguida por la de 4%. La muestra de adobe normal indica que incremento su resistencia al cabo de 7 días, de igual manera ocurrió con la muestra de 10%.

4.2.2.6.3. Resistencia a Compresión a los 21 días

TABLA XXVI
Resistencia a compresión a los 21 días

RESUMEN	
Muestra Patrón	17.06
Muestra S94-CF3-C3	15.73
Muestra S90-CF5-C5	15.81
Muestra S84-CF8-C8	16.96
Muestra S80-CF10-C10	18.86
Muestra S76-CF12-C12	17.96

Nota: Se presenta el resumen de las muestras ensayadas

Se ensayaron 2 muestras por cada dosificación a los 21 días, la muestra que resultó tener mayor resistencia fue la de 10%, seguido por la muestra de 12%. Mientras que la muestra de obtuvo menor resistencia fue la de 3%, seguida por la de 5%. La muestra de de 10% desde el día 7 hasta 21 incrementó su resistencia, a diferencia de las demás muestras que disminuyeron su resistencia en ese lapso de tiempo.

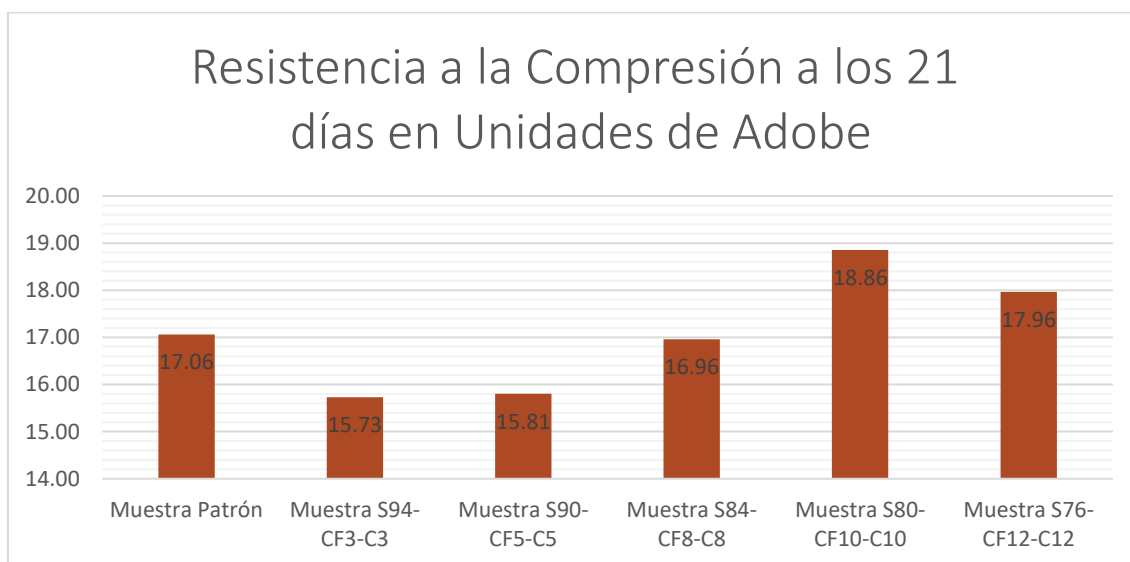


Fig. 128: Resistencia a Compresión a los 21 días

En base a los datos obtenidos de seleccionó la dosificación de 10% que es la muestra con mejor comportamiento en relación a la resistencia en un determinado tiempo.

4.2.2.6.4. Resistencia a Compresión a los 28 días

Se ensayaron 6 muestras de cada dosificación a los 28 días, las dimensiones de cada muestra según la norma, debe ser la menor dimensión de todos los lados del adobe, en este caso es 10 cm. Por lo tanto se obtienen cubos de 10 cm. de arista.

TABLA XXVII
Resistencia a Compresión a los 28 días

Muestra Patrón	9.50
Muestra 3 %	11.59
Muestra 5%	12.25
Muestra 8%	13.50
Muestra 10%	15.00
Muestra 12%	14.75

Nota: Se presenta el resumen de los datos obtenidos

La muestra que resultó tener mayor resistencia fue la de 10%, seguido por la muestra de 12%, en ambas no hay una diferencia muy notoria, se podría decir que a los 28 días ambas dosificaciones llegan a tener resultados similares y teniendo en cuenta los resultados de 7, 14,21 días se puede afirmar que hay una disminución de la resistencia en ambos porcentajes. En cambio, los valores de los porcentajes de 3%,5%,8% resultan menores que los anteriormente mencionados. En general todos los porcentajes a la edad de 28 días han disminuido su resistencia pero se siguen obtiene valor superiores a la resistencia normada que es 10.21 kg/cm².

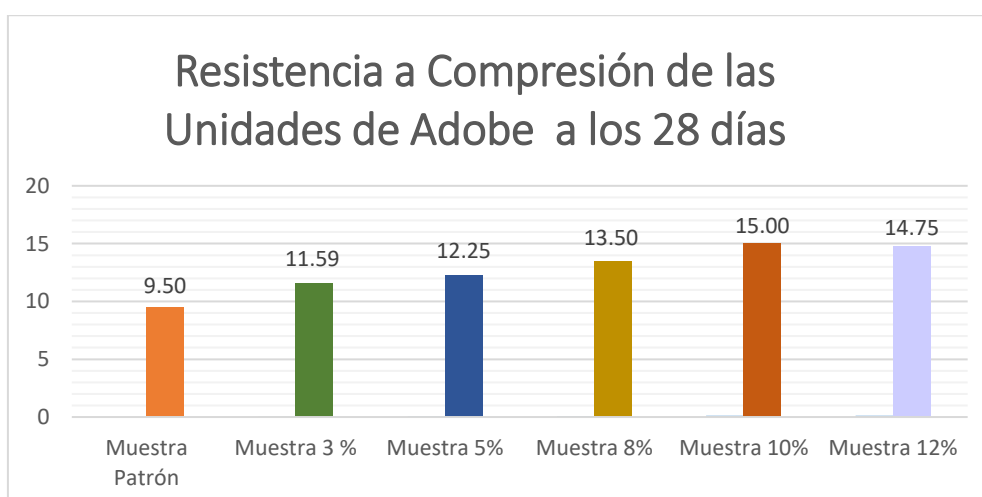


Fig. 129: Resistencia a Compresión a los 28 días

4.2.2.7. Ensayo de Erosión Acelerada

Según la norma UNE 41410, Para realizar el ensayo de Erosión Acelerada Swinburne (SAET) se den ensayar al menos dos muestras seleccionadas de forma aleatoria, curados durante 28 días antes del ensayo.

TABLA XXVIII
Ensayo de Erosión Acelerada

% CENIZA Y CAL	ADOBE	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Máxima Oquedad	Promedio (mm)	CUMPLE
0%	S100-CF0-C0	10	40.48	100	130.58	NO
	S100-CF0-C0	10	43.56	100		NO
	S100-CF0-C0	10	46.54	100		NO
3%	S94-CF3-C3	10	39.65	100	115.99	NO
	S94-CF3-C3	10	37.62	100		NO
	S94-CF3-C4	10	38.72	100		NO
5%	S90-CF5-C5	10	33.85	100	103.52	NO
	S90-CF5-C5	10	32.75	100		NO
	S90-CF5-C5	10	36.92	100		NO
8%	S84-CF8-C8	10	31.26	100	96.69	SI
	S84-CF8-C8	10	29.98	100		SI
	S84-CF8-C8	10	35.45	100		SI
10%	S80-CF10-C10	10	20.36	100	54.99	SI
	S80-CF10-C10	10	17.69	100		SI
	S80-CF10-C10	10	16.94	100		SI
12%	S76-CF10-C10	10	19.65	100	53.07	SI
	S76-CF10-C10	10	16.63	100		SI
	S76-CF10-C10	10	16.79	100		SI

Nota: Se presentan los resultados clasificados del ensayo realizado

A partir de la muestra de 8% se deduce que la muestra es apta, teniendo un valor de 5 cm de oquedad, a diferencia del adobe normal que presenta 13 cm de oquedad.

Las oquedades de los adobes 8%, 10% y 12% resultaron mucho menores a la oquedad permisible por la Norma UNE 41410. Y las oquedades de las muestras de 3%, 5% resultan mayores a la oquedad permisible por la Norma UNE 41410.

El análisis estadístico de los datos obtenidos es el siguiente:

4.2.2.8. Ensayo de Variación Dimensional

TABLA XXIX
Ensayo de Variación Dimensional

	LP(cm)	AP(cm)	HP(cm)	VDL(%)	VDA(%)	VDH(%)
M1	30.1125	20.145	8.2933	0.37%	0.72%	-17.07%
M2	29.9225	20.165	7.8295	-0.26%	0.82%	-21.71%
M3	29.4625	19.725	8.06	-1.79%	-1.38%	-19.40%
M4	29.65	19.743	8.0695	-1.17%	-1.29%	-19.31%
M5	29.665	19.658	8.5788	-1.12%	-1.71%	-14.21%
M6	29.2875	19.678	7.297	-2.37%	-1.6%	-27.03%

Nota: Se presentan los valores obtenidos del ensayo

En esta tabla se muestra los resultados del ensayo de Variación Dimensional, como se observa, la variación dimensional en el largo es de un promedio de 1%, mientras que en el ancho de 0.74%. En la altura se tuvo una variación dimensional del 19.8%.

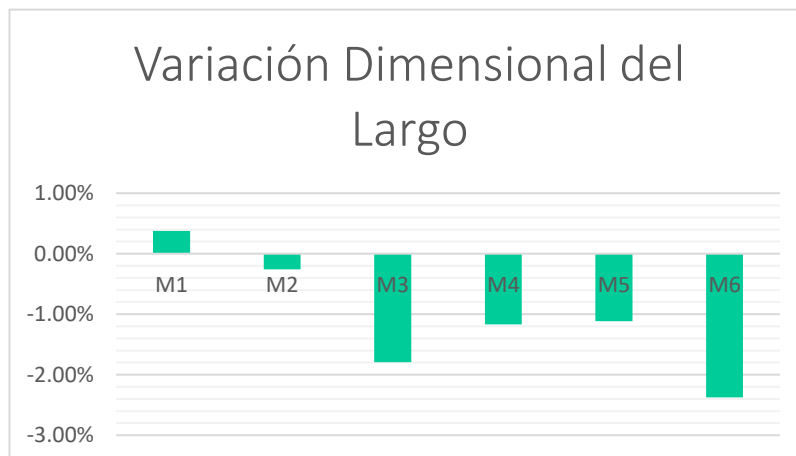


Fig. 130: Variación Dimensional de Largo

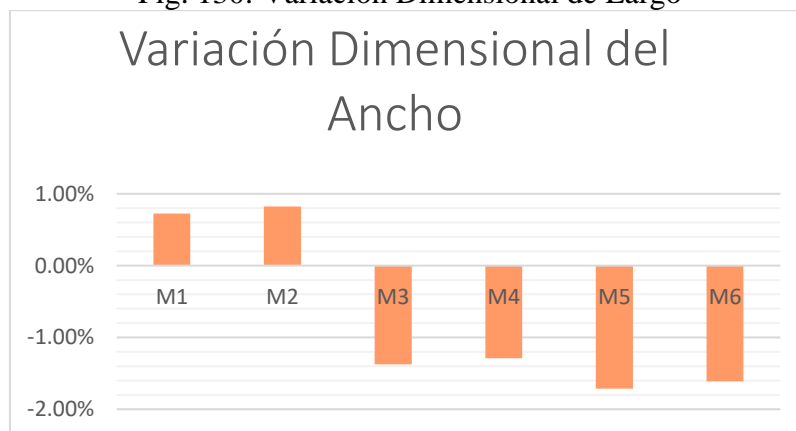


Fig. 131: Variación Dimensional de Ancho

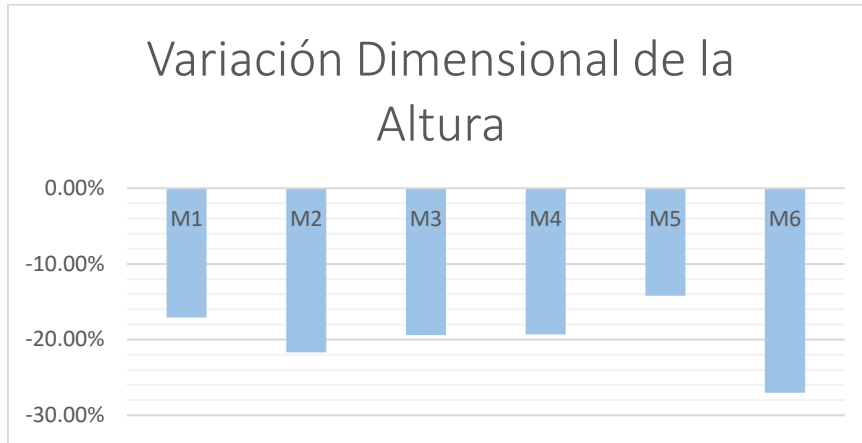


Fig. 132: Variación Dimensional del Alto

4.2.2.9. Ensayo de Succión a las muestras de Adobe

TABLA XXX
Ensayo de Succión en unidades de Adobe Normal

ENSAYO DE SUCCIÓN								Succión Promedio
ADOBE NORMAL (S100-CF0-C0))								
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	
M #1	30.11	20.15	606.62	8.76	8.52	-24.00	-7.91	-5.204
M #2	29.92	20.17	603.39	8.23	8.03	-20.00	-6.63	
M #3	29.46	19.73	581.15	8.05	8.01	-4.00	-1.38	
M #4	29.65	19.74	585.37	8.23	8.15	-7.50	-2.56	
M #5	29.67	19.66	583.14	8.64	8.49	-15.00	-5.14	
M #6	29.29	19.77	579.01	8.48	8.26	-22.00	-7.60	

Nota: Se muestran los resultados del ensayo realizado

Para determinar los resultados de la cantidad de peso succionado por las unidades de adobe, se requirió mantener un nivel de agua constante y tener controlado el tiempo en el que las unidades de adobe absorben el agua, aproximadamente un minuto.

De esta manera

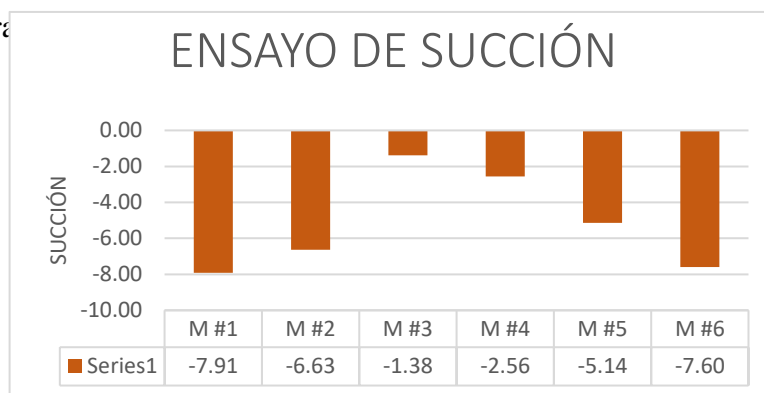


Fig. 133: Ensayo de Succión

En la figura 122 se pueden observar pérdidas de peso de acuerdo al tipo de unidad que fue analizada. En este caso se ensayaron las muestras de adobe normal. (S100-CF0-C0).

TABLA XXXI
Ensayo de Succión en unidades de Adobe con adición de 3%

ENSAYO DE SUCCIÓN								Succión Promedio
ADOBE 3% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S94-CF3-C3))								
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	
M #1	29.16	19.75	575.91	9.35	9.28	-7.00	-2.43	-1.260
M #2	29.57	19.43	574.55	9.28	9.20	-8.00	-2.78	
M #3	29.84	19.65	586.36	9.73	9.67	-6.00	-2.05	
M #4	30.15	20.10	606.02	9.87	9.85	-2.00	-0.66	
M #5	30.20	20.25	611.55	9.91	9.87	-4.00	-1.31	
M #6	29.43	19.86	584.48	9.78	9.75	-3.00	-1.03	

Nota: Se muestran los resultados del ensayo realizado

En la fig. 123 se pueden observar las muestras de adobe con adición de 3% de cal y cenizas de carbón.

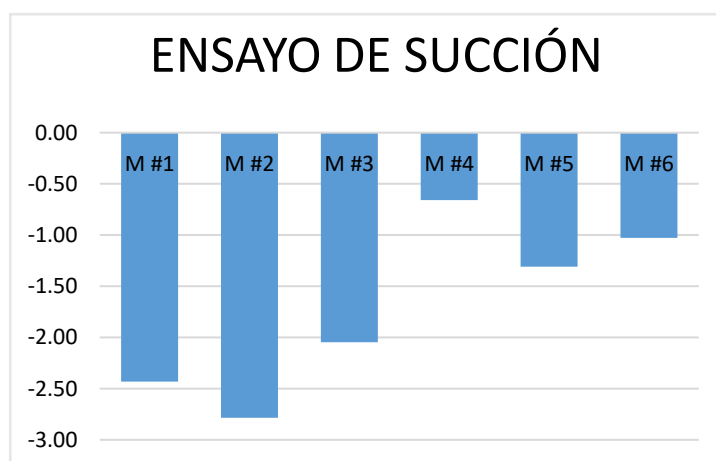


Fig. 134: Ensayo de Succión de las muestras con adición de 3%

TABLA XXXII
Ensayo de Succión en unidades de Adobe de 5%

ENSAYO DE SUCCIÓN								Succión Promedio
ADOBE 5% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S90-CF5-C5))								
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	
M #1	29.92	19.35	578.95	9.75	9.80	5.00	1.73	1.475
M #2	29.30	19.40	568.42	9.50	9.58	8.00	2.81	
M #3	29.80	19.84	591.23	9.86	9.85	-1.00	-0.34	
M #4	29.90	20.05	599.50	9.90	9.83	-7.00	-2.34	
M #5	30.15	20.00	603.00	9.93	9.95	2.00	0.66	
M #6	29.20	19.75	576.70	9.70	9.72	2.00	0.69	

Nota: Se muestran los resultados del ensayo realizado

En la tabla pueden observar las muestras de adobe con adición de 5% de cal y cenizas de carbón.

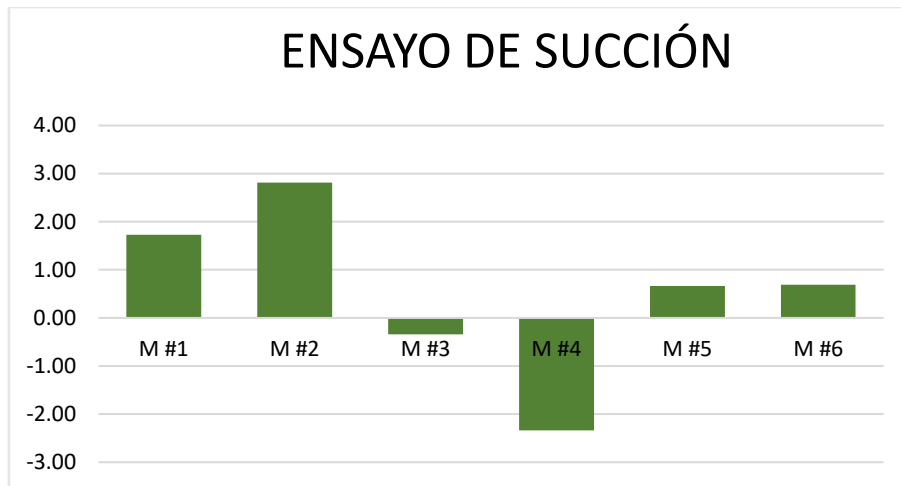


Fig. 135: Ensayo de Succión de las muestras con adición de 5%

TABLA XXXIII
Ensayo de Succión en Unidades de Adobe con adición de 8%

ENSAYO DE SUCCIÓN							
ADOBE 8% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S84-CF8-C8)							Succión Promedio
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión
M #1	29.86	19.80	591.23	9.90	9.98	8.00	2.71
M #2	29.75	19.85	590.54	9.84	9.95	11.00	3.73
M #3	29.68	19.55	580.24	9.75	9.87	12.00	4.14
M #4	29.72	19.67	584.59	9.78	9.85	7.00	2.39
M #5	29.78	19.70	586.67	9.80	9.94	14.00	4.77
M #6	29.88	19.83	592.52	9.93	10.05	12.00	4.05
							4.171

Nota: Se muestran los resultados del ensayo realizado

En la fig. 125 se pueden observar las muestras de adobe con adición de 8% de cal y cenizas de carbón.

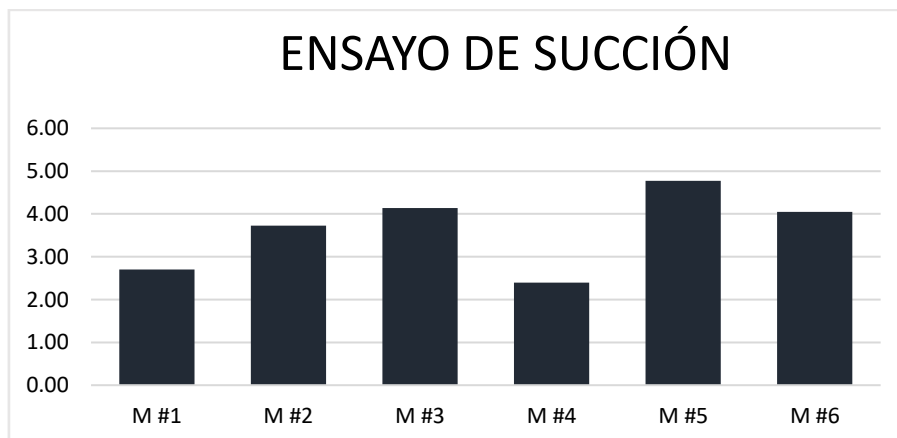


Fig. 136: Ensayo de Succión de las muestras con adición de 8%

TABLA XXXIV
Ensayo de Succión en Unidades de Adobe con adición de 10%

ENSAYO DE SUCCIÓN								
ADOBE 10%L (S100-CF10-C10))							Succión	
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	Succión Promedio
M #1	30.23	20.10	607.62	9.36	9.64	28.00	9.22	6.994
M #2	29.94	20.18	604.19	9.67	9.89	22.00	7.28	
M #3	29.96	19.86	595.01	9.74	9.96	22.00	7.39	
M #4	29.77	19.80	589.45	9.65	9.82	17.00	5.77	
M #5	29.64	19.75	585.39	9.59	9.76	17.00	5.81	
M #6	29.72	19.68	584.89	9.75	9.94	19.00	6.50	

Nota: Se muestran los resultados del ensayo realizado

En la figura 126 se pueden observar ganancias de peso de acuerdo al tipo de unidad que fue analizada. En este caso se ensayaron las muestras de adobe de 10% (S80-CF10-C10).

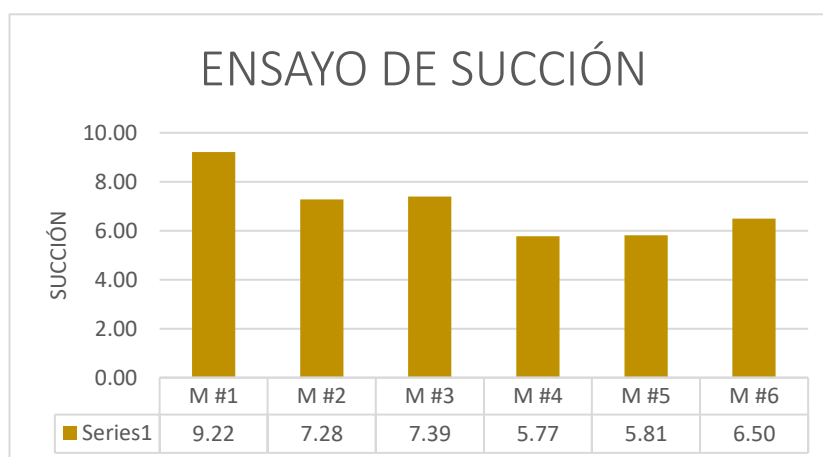


Fig. 137: Ensayo de Succión de las muestras de 10%

TABLA XXXV
Ensayo de Succión en Unidades de Adobe con adición de 12%

ENSAYO DE SUCCIÓN								
ADOBE 12% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S76-CF12-C12))							Succión	
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	Succión Promedio
M #1	29.25	19.55	571.84	9.58	9.82	24.00	8.39	8.429
M #2	29.75	19.52	580.72	9.56	9.73	17.00	5.85	
M #3	29.68	19.78	587.07	9.60	9.83	23.00	7.84	
M #4	29.72	19.85	589.94	9.67	9.85	18.00	6.10	
M #5	29.78	19.33	575.65	9.65	9.91	26.00	9.03	
M #6	29.88	19.80	591.62	9.70	9.95	25.00	8.45	

Nota: Se muestran los resultados del ensayo realizado

En la figura 127 se pueden observar ganancias de peso de acuerdo al tipo de unidad que fue analizada. En este caso se ensayaron las muestras de adobe de 12% (S80-CF10-C10).

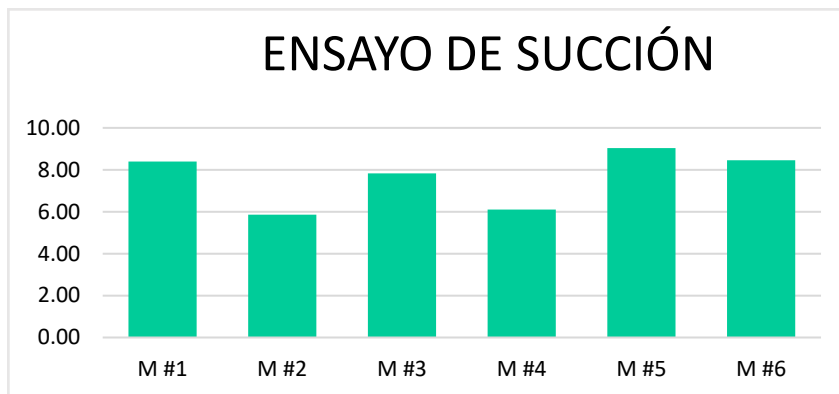


Fig. 138: Ensayo de Succión de las muestras de 12%

4.2.2.10. Ensayo de Resistencia A Compresión en Prismas de Albañilería

Se ensayaron muestras de adobe normal y muestras de adobe con 10% (S80-CF10-C10).

TABLA XXXVI

Esfuerzo De compresión Admisible f'_m del Adobe normal

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.6	1.520	573	7130	0.96	12
02	M-2	29.1	19.5	1.489	581	7285	0.96	12
03	M-3	30.0	19.9	1.508	589	7270	0.96	12
04	M-4	29.7	19.6	1.515	582	6990	0.96	12
05	M-5	30.2	19.7	1.531	583	7380	0.96	12
06	M-6	30.1	19.8	1.522	592	7710	0.96	13

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

Se ensayaron 6 muestras de adobe normal, de las cuales se toma el promedio de los 4 mejores resultados. Se muestra el esfuerzo de compresión admisible f'_m del adobe normal, siendo 13 k/cm². El cual será necesario para determinar el esfuerzo último.

De igual manera para el adobe con las dosificaciones de 3%, 5%, 8%, 10% y 12%, se ensayaron 6 muestras, de las cuales se toma el promedio de los 4 mejores resultados.

TABLA XXXVII

Esfuerzo De compresión Admisible $f'm$ del Adobe con adición de 3%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.7	1.528	588	7230	0.96	12
02	M-2	29.9	19.9	1.503	589	7150	0.96	12
03	M-3	30.1	20.5	1.466	612	7720	0.96	12
04	M-4	30.2	19.8	1.525	592	7260	0.96	12
05	M-5	29.8	19.1	1.560	565	7100	0.96	12
06	M-6	30.2	19.7	1.533	587	7250	0.96	12

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA XXXVIII

Esfuerzo De compresión Admisible $f'm$ del Adobe con adición de 5%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.5	1.528	579	7350	0.96	12
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	7385	0.96	12
03	M-3	30.2	19.7	1.533	589	7460	0.96	12
04	M-4	29.9	19.9	1.503	593	7485	0.96	12
05	M-5	30.3	19.8	1.530	590	7476	0.96	12
06	M-6	30.1	19.7	1.528	585	7400	0.96	12

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA XXXIX

Esfuerzo De compresión Admisible $f'm$ del Adobe con adición de 8%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.6	1.536	584	7420	0.96	12
02	M-2	30.2	20.2	1.495	604	7740	0.96	12
03	M-3	29.8	19.6	1.520	584	7660	0.96	13
04	M-4	29.9	19.7	1.518	583	7645	0.96	13
05	M-5	30.2	19.9	1.518	595	7755	0.96	13
06	M-6	30.3	19.9	1.523	591	7660	0.96	12

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

Se muestra el esfuerzo de compresión admisible f'_m del adobe con adición de 10%, siendo 15 k/cm². El cual será necesario para determinar el esfuerzo último.

TABLA XL
Esfuerzo de Compresión Admisible f'_m del Adobe 10%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
N°		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	30.3	19.8	1.532	589	7950	0.96	13
02	M-2	30.2	19.5	1.544	581	7850	0.96	13
03	M-3	30.2	20.5	1.469	501	7760	0.96	15
04	M-4	30.1	19.6	1.538	549	7690	0.96	13
05	M-5	30.2	19.3	1.560	579	7480	0.96	12
06	M-6	30.1	19.8	1.522	579	8010	0.96	13

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA XLI
Esfuerzo de Compresión Admisible f'_m del Adobe 12%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
N°		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	30.2	19.8	1.525	592	8895	0.96	14
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	8865	0.96	15
03	M-3	30.1	19.6	1.536	580	8750	0.96	15
04	M-4	30.2	19.9	1.518	595	8450	0.96	14
05	M-5	30.3	19.6	1.546	582	8780	0.96	14
06	M-6	30.1	19.8	1.520	590	8850	0.96	14

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

Los resultados de la Resistencia última f_m es el siguiente:

TABLA XLII
Resistencia Última f_m del adobe Normal

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	F'm corr.	Coef.	Fm
N°		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.6	1.520	573	12	0.40	4.79
02	M-2	29.1	19.5	1.489	581	12	0.40	4.81
03	M-3	30.0	19.9	1.508	589	12	0.40	4.74
04	M-4	29.7	19.6	1.515	582	12	0.40	4.62
05	M-5	30.2	19.7	1.531	583	12	0.40	4.86
06	M-6	30.1	19.8	1.522	592	13	0.40	5.00

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

Se ensayaron 6 muestras de adobe normal, de las cuales se toma el promedio de los 4 mejores resultados. Se muestra el esfuerzo de resistencia última f_m del adobe normal, siendo 5 k/cm². El cual será necesario para determinar el esfuerzo último.

De igual manera para el adobe de 3%, 5%, 8%, 10% y 12%, se ensayaron 6 muestras, de las cuales se toma el promedio de los 4 mejores resultados.

TABLA XLIII
Resistencia Última del adobe con adición de 3%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	F'm corr.	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.7	1.528	588	12	0.40	4.74
02	M-2	29.9	19.9	1.503	589	12	0.40	4.66
03	M-3	30.1	20.5	1.466	612	12	0.40	4.83
04	M-4	30.2	19.8	1.525	592	12	0.40	4.72
05	M-5	29.8	19.1	1.560	565	12	0.40	4.82
06	M-6	30.2	19.7	1.533	587	12	0.40	4.74

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA XLIV
Resistencia Última del adobe con adición de 5%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	F'm corr.	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.5	1.528	579	12	0.40	4.88
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	12	0.40	4.88
03	M-3	30.2	19.7	1.533	589	12	0.40	4.88
04	M-4	29.9	19.9	1.503	593	12	0.40	4.85
05	M-5	30.3	19.8	1.530	590	12	0.40	4.87
06	M-6	30.1	19.7	1.528	585	12	0.40	4.86

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA XLV
Resistencia Ultima del adobe con adición de 8%

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
Nº	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	584	7220	4.89	6.12	Resistencia Aceptable
02	M-2	604	7160	4.92	6.15	Resistencia Aceptable
03	M-3	584	7210	5.04	6.31	Resistencia Aceptable
04	M-4	583	7245	5.04	6.30	Resistencia Aceptable
05	M-5	595	7235	5.00	6.26	Resistencia Aceptable
06	M-6	591	7195	4.98	6.22	Resistencia Aceptable

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

Se muestra el esfuerzo de compresión admisible f_m del adobe normal, siendo 15 k/cm². El cual será necesario para determinar el esfuerzo último

TABLA XLVI
Resistencia Ultima fm del Adobe 10%
RESISTENCIA ULTIMA FM

Muro 10%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	F'm corr.	Coef.	Fm
		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.3	19.8	1.532	589	13	0.40	5.20
02	M-2	30.2	19.5	1.544	581	13	0.40	5.21
03	M-3	30.2	20.5	1.469	501	15	0.40	5.93
04	M-4	30.1	19.6	1.538	549	13	0.40	5.40
05	M-5	30.2	19.3	1.560	579	12	0.40	4.96
06	M-6	30.1	19.8	1.522	579	13	0.40	5.32

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA XLVII
Resistencia Ultima fm del Adobe 12%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	F'm corr.	Coef.	Fm
		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.2	19.8	1.525	592	14	0.40	5.78
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	15	0.40	5.86
03	M-3	30.1	19.6	1.536	580	15	0.40	5.81
04	M-4	30.2	19.9	1.518	595	14	0.40	5.46
05	M-5	30.3	19.6	1.546	582	14	0.40	5.79
06	M-6	30.1	19.8	1.520	590	14	0.40	5.76

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA XLVIII
Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe normal

ESFUERZO ADMISIBLE DE COMPRESIÓN POR APLASTAMIENTO

Muro Patrón

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.6	1.520	573	4.79	1.25	5.99
02	M-2	29.1	19.5	1.489	581	4.81	1.25	6.02
03	M-3	30.0	19.9	1.508	589	4.74	1.25	5.93
04	M-4	29.7	19.6	1.515	582	4.62	1.25	5.77
05	M-5	30.2	19.7	1.531	583	4.86	1.25	6.07
06	M-6	30.1	19.8	1.522	592	5.00	1.25	6.25

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA XLIX
Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe 3%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.7	1.528	588	4.74	1.25	5.92
02	M-2	29.9	19.9	1.503	589	4.66	1.25	5.83
03	M-3	30.1	20.5	1.466	612	4.83	1.25	6.04
04	M-4	30.2	19.8	1.525	592	4.72	1.25	5.90
05	M-5	29.8	19.1	1.560	565	4.82	1.25	6.03
06	M-6	30.2	19.7	1.533	587	4.74	1.25	5.93

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA L
Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe 5%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.5	1.528	579	4.88	1.25	6.11
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	4.88	1.25	6.10
03	M-3	30.2	19.7	1.533	589	4.88	1.25	6.10
04	M-4	29.9	19.9	1.503	593	4.85	1.25	6.06
05	M-5	30.3	19.8	1.530	590	4.87	1.25	6.08
06	M-6	30.1	19.7	1.528	585	4.86	1.25	6.07

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA LI
Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe 8%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.6	1.536	584	4.89	1.25	6.12
02	M-2	30.2	20.2	1.495	604	4.92	1.25	6.15
03	M-3	29.8	19.6	1.520	584	5.04	1.25	6.31
04	M-4	29.9	19.7	1.518	583	5.04	1.25	6.30
05	M-5	30.2	19.9	1.518	595	5.00	1.25	6.26
06	M-6	30.3	19.9	1.523	591	4.98	1.25	6.22

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA LII
Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe 10%

ESFUERZO ADMISIBLE DE COMPRESIÓN POR APLASTAMIENTO

Muro 10%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.3	19.8	1.532	589	5.20	1.25	6.50
02	M-2	30.2	19.5	1.544	581	5.21	1.25	6.51
03	M-3	30.2	20.5	1.469	501	5.93	1.25	7.41
04	M-4	30.1	19.6	1.538	549	5.40	1.25	6.75
05	M-5	30.2	19.3	1.560	579	4.96	1.25	6.21
06	M-6	30.1	19.8	1.522	579	5.32	1.25	6.65

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

TABLA LIII
Esfuerzo admisible de compresión por Aplastamiento del adobe 12%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.2	19.8	1.525	592	5.78	1.25	7.23
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	5.86	1.25	7.33
03	M-3	30.1	19.6	1.536	580	5.81	1.25	7.26
04	M-4	30.2	19.9	1.518	595	5.46	1.25	6.83
05	M-5	30.3	19.6	1.546	582	5.79	1.25	7.24
06	M-6	30.1	19.8	1.520	590	5.76	1.25	7.20

Nota: Se enumeran las muestras del ensayo descrito

Se ensayaron 6 muestras de adobe normal, de las cuales se toma el promedio de los 4 mejores resultados. En la tabla XXXVI se muestra el resultado del esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento adobe normal, siendo 6.255 k/cm².

De igual manera para el adobe de 10% (S80-CF10-C10), se ensayaron 6 muestras, de las cuales se toma el promedio de los 4 mejores resultados. En la tabla XXXVII se muestra el resultado del esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento adobe normal, siendo 7.41 k/cm².

TABLA LIV
Esfuerzos de Prismas de Albañilería de adobe normal

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
N°		(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	573	7130	4.79	5.99	Resistencia Baja
02	M-2	581	7285	4.81	6.02	Resistencia Baja
03	M-3	589	7270	4.74	5.93	Resistencia Baja
04	M-4	582	6990	4.62	5.77	Resistencia Baja
05	M-5	583	7380	4.86	6.07	Resistencia Baja
06	M-6	592	7710	5.00	6.25	Resistencia Aceptable

TABLA LV
Esfuerzos de Primas de Albañilería de adobe 3%

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
N°	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	588	7130	4.74	5.92	Resistencia Baja
02	M-2	589	7850	4.66	5.83	Resistencia Baja
03	M-3	612	7760	4.83	6.04	Resistencia Baja
04	M-4	592	7690	4.72	5.90	Resistencia Baja
05	M-5	565	7480	4.82	6.03	Resistencia Baja
06	M-6	587	8010	4.74	5.93	Resistencia Baja

TABLA LVI
Esfuerzos de Primas de Albañilería de adobe 5%

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
Nº	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	579	7220	4.88	6.11	Resistencia Baja
02	M-2	582	7160	4.88	6.10	Resistencia Baja
03	M-3	589	7210	4.88	6.10	Resistencia Baja
04	M-4	593	7245	4.85	6.06	Resistencia Baja
05	M-5	590	7235	4.87	6.08	Resistencia Baja
06	M-6	585	7195	4.86	6.07	Resistencia Baja

TABLA LVII
Esfuerzos de Primas de Albañilería de adobe 8%

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
Nº	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	584	7220	4.89	6.12	Resistencia Aceptable
02	M-2	604	7160	4.92	6.15	Resistencia Aceptable
03	M-3	584	7210	5.04	6.31	Resistencia Aceptable
04	M-4	583	7245	5.04	6.30	Resistencia Aceptable
05	M-5	595	7235	5.00	6.26	Resistencia Aceptable
06	M-6	591	7195	4.98	6.22	Resistencia Aceptable

TABLA LVIII
Esfuerzos de Primas de Albañilería de adobe 10%

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
Nº	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	589	7950	5.20	6.50	Resistencia Aceptable
02	M-2	581	7850	5.21	6.51	Resistencia Aceptable
03	M-3	501	7760	5.93	7.41	Resistencia Aceptable
04	M-4	549	7690	5.40	6.75	Resistencia Aceptable
05	M-5	579	7480	4.96	6.21	Resistencia Aceptable
06	M-6	579	8010	5.32	6.65	Resistencia Aceptable

TABLA LIX
Esfuerzos de Primas de Albañilería de adobe 12%

Muestra	Identificació	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
Nº	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	592	7220	5.78	7.23	Resistencia Aceptable
02	M-2	582	7160	5.86	7.33	Resistencia Aceptable
03	M-3	580	7210	5.81	7.26	Resistencia Aceptable
04	M-4	595	7245	5.46	6.83	Resistencia Aceptable
05	M-5	582	7235	5.79	7.24	Resistencia Aceptable
06	M-6	590	7195	5.76	7.20	Resistencia Aceptable



Fig. 139: Esfuerzo admisible de las pilas

El esfuerzo admisible del muro de adobe con 10% y 12% son mayores que el esfuerzo admisible del muro con adobe normal.

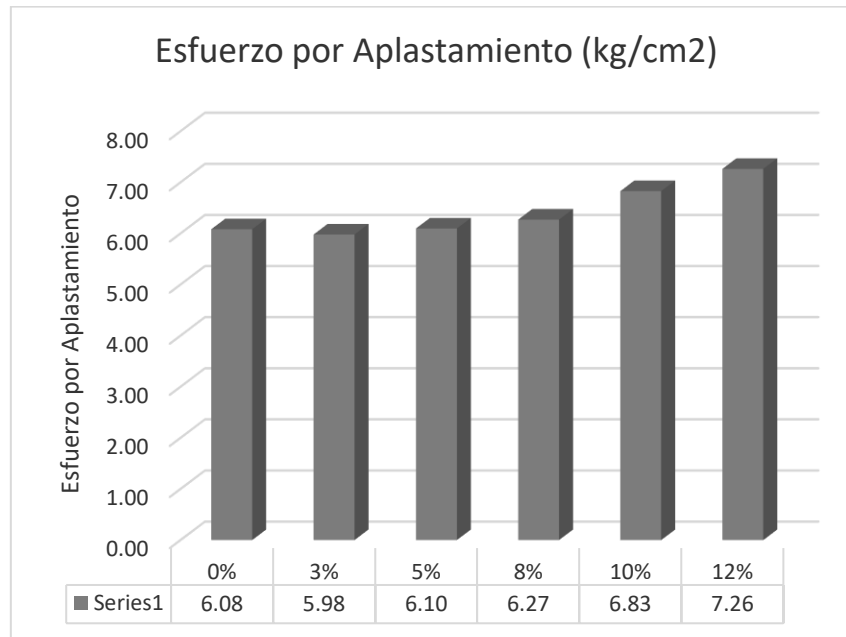


Fig. 140: Esfuerzo por aplastamiento de los muros

El esfuerzo admisible por aplastamiento del muro de adobe con 10% es de 7 lo cual es mayor que el esfuerzo admisible del muro con adobe normal que es de 6.25 kg/cm².

4.2.2.11. Resistencia a Flexión de Adobe

4.2.2.11.1. R. Flexión en adobe de 10x20x30

Se ensayaron 6 muestras en total, tres muestras de adobe normal y tres muestras del adobe con adición del 10% de cal y cenizas de carbón, los resultados fueron los siguientes:

Las medidas de las unidades de adobe tradicionales de la zona de Túcume son:

TABLA LX
Datos del ensayo de flexión en el adobe normal

Muestra	P (KgF)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Mr
Muestra Patrón 1	820	29.74	20.5	10.75	10.29
Muestra Patrón 2	850	29.28	20.32	9.74	12.91
Muestra Patrón 3	830	28.44	19.61	10.52	10.88

TABLA LXI
Datos de ensayo de flexión en adobe con adición del 10%

Muestra	P (KgF)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Mr
Muestra E1	860	28.92	19.52	10.75	11.03
Muestra E2	920	28.97	19.62	9.59	14.77
Muestra E3	870	28.96	19.65	10.69	11.22

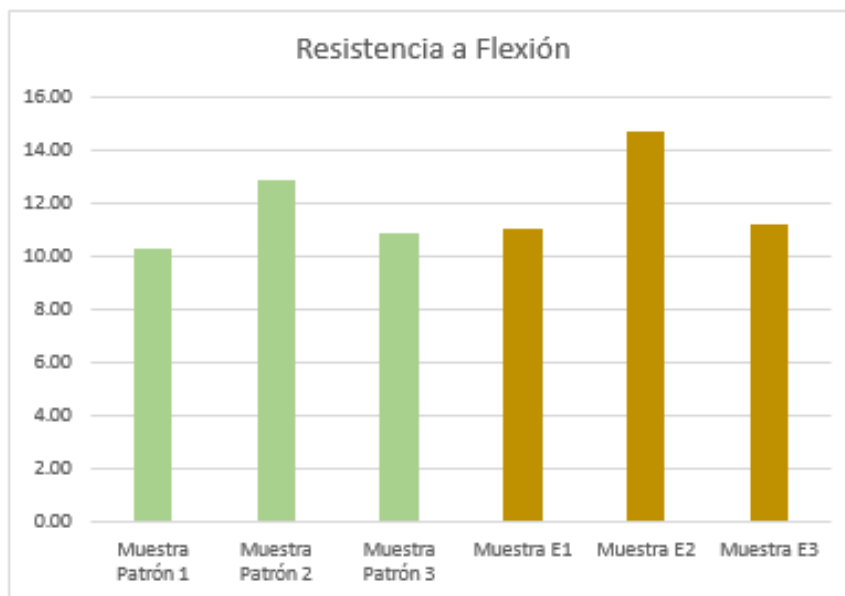


Fig. 141: Resultados De ensayo de flexión

En la tabla XLII se muestra que la resistencia de las unidades de adobe normal son de 10.29 kg/cm², 12.91 kg/cm², y 10.88 kg/cm². Y las unidades de adobe con adición del 10% de cal y cenizas de carbón son de 11.03 kg/cm², 14.77 kg/cm², 11.22 kg/cm².

Por lo tanto hay una variación mínima en la resistencia de ambas muestras, sin embargo se podría definir que la resistencia mayor la obtuvieron las muestras de adobe con adición del 10% de cal y cenizas de carbón.

4.2.2.11.2. R. a Flexión en adobe de 15x15x50

Para obtener la resistencia se tuvo en cuenta la ubicación de la rotura, si se encuentra fuera o dentro del tercio medio y de acuerdo a eso, se emplearon distintas ecuaciones para obtener el Modulo de Rotura. El promedio se obtuvo de los 4 mejores resultados

TABLA LXII
Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50 con adición de 3%

MUESTRA	Ancho	Altura	Luz libre	Carga	Módulo de Rotura	PROMEDIO
MUESTRA DE 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.96	14.46	45	70.1	1.01	1.005
MUESTRA DE 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.85	14.75	45	68.5	0.95	
MUESTRA DE 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.93	14.5	45	68.8	0.99	
MUESTRA DE 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.99	14.89	45	70.2	0.95	
MUESTRA DE 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.9	14.45	45	69.9	1.01	
MUESTRA DE 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	15.03	14.62	45	72.5	1.02	

Nota: Se muestran los resultados del adobe con adición de 3%

TABLA LXIII
Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50 con adición de 5%

MUESTRA	Ancho	Altura	Luz libre	Carga	Módulo de Rotura	PROMEDIO
MUESTRA DE 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	15	14.79	45	95	1.39	1.422
MUESTRA DE 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.9	14.75	45	94.3	1.40	
MUESTRA DE 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	15.1	14.5	45	94	1.42	
MUESTRA DE 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.85	14.89	45	95.5	1.39	
MUESTRA DE 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.97	14.45	45	94	1.44	
MUESTRA DE 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	15	14.62	45	95.3	1.43	

Nota: Se muestran los resultados del adobe con adición de 5%

TABLA LXIV
Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50 con adición de 8%

MUESTRA	Ancho	Altura	Luz libre	Carga	Módulo de Rotura	PROMEDIO
MUESTRA DE 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	15.01	14.92	45	64.7	0.93	0.949
MUESTRA DE 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	15	14.75	45	60	0.88	
MUESTRA DE 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.98	14.8	45	62.6	0.92	
MUESTRA DE 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.85	14.9	45	64	0.93	
MUESTRA DE 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.95	14.73	45	65	0.96	
MUESTRA DE 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.55	14.69	45	64.5	0.99	

Nota: Se muestran los resultados del adobe con adición de 8%

TABLA LXV
Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50 con adición de 10%

MUESTRA	Ancho	Altura	Luz libre	Carga	Módulo de Rotura	PROMEDIO
MUESTRA DE 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.82	14.49	45	50.9	0.79	0.815
MUESTRA DE 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.95	14.7	45	56	0.83	
MUESTRA DE 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.85	14.6	45	54.3	0.82	
MUESTRA DE 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.78	14.5	45	51.5	0.80	
MUESTRA DE 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.88	14.6	45	51	0.77	
MUESTRA DE 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.8	14.7	45	54	0.81	

Nota: Se muestran los resultados del adobe con adición de 10%

TABLA LXVI
Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50 con adición de 12%

MUESTRA	Ancho	Altura	Luz libre	Carga	Módulo de Rotura	PROMEDIO
MUESTRA DE 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.5	14.42	45	73.1	1.16	1.155
MUESTRA DE 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.7	14.55	45	75.5	1.16	
MUESTRA DE 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.85	14.7	45	72.5	1.08	
MUESTRA DE 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.8	14.5	45	74.6	1.15	
MUESTRA DE 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.68	14.6	45	74.5	1.14	
MUESTRA DE 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	14.75	14.7	45	75	1.13	

Nota: Se muestran los resultados del adobe con adición de 12%

TABLA LXVII
Resultados de Ensayo de Flexión en unidades de 15x15x50

MUESTRA	Ancho	Altura	Luz libre	Carga	Módulo de Rotura	PROMEDIO
MUESTRA PATRÓN	15.61	14	45	110.5	1.73	1.618
MUESTRA PATRÓN	15.75	14.6	45	108	1.54	
MUESTRA PATRÓN	15.8	14.76	45	110	1.53	
MUESTRA PATRÓN	15.4	14.35	45	105	1.59	
MUESTRA PATRÓN	15.65	14.3	45	109.8	1.65	
MUESTRA PATRÓN	15.6	14.45	45	105.6	1.56	

Nota: Se muestran los resultados del adobe normal

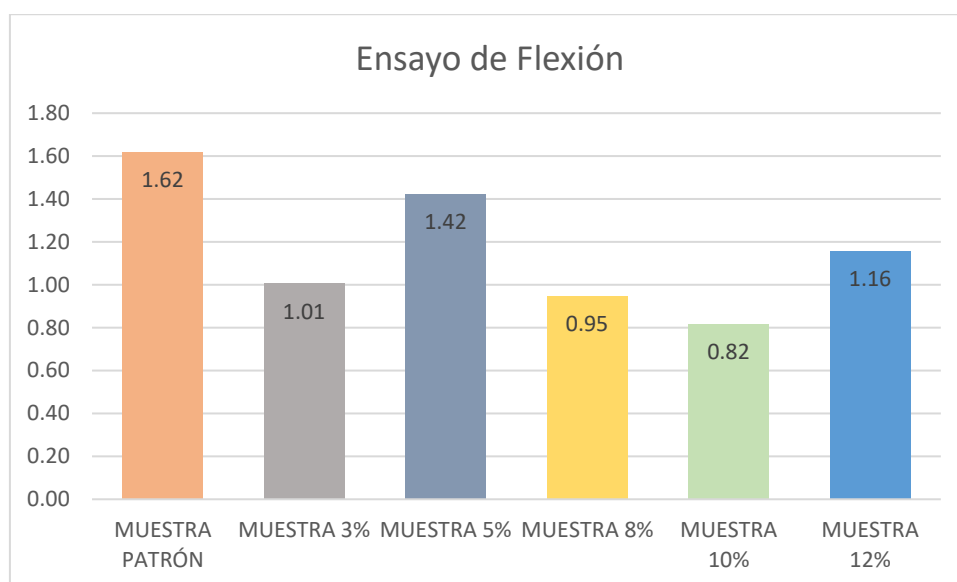


Fig. 142: Gráfico de Resultados de Ensayo a Flexión

4.2.2.12. Resistencia a Tracción de Unidades de Adobe

Este ensayo se realizó para medir la resistencia de la tierra a tracción, los resultados fueron los siguientes:

TABLA LXVIII
Resultados del Ensayo de Tracción del adobe normal

MUESTRA	Carga Ultima	AREA	Resistencia Ultima	PROMEDIO
MUESTRA PATRÓN 1	410	176.71	2.32	2.27
MUESTRA PATRÓN 2	380	175.06	2.17	
MUESTRA PATRÓN 3	350	175.53	1.99	
MUESTRA PATRÓN 4	400	173.19	2.31	
MUESTRA PATRÓN 5	380	172.96	2.20	
MUESTRA PATRÓN 6	400	176.00	2.27	

Nota: Se muestran los resultados teniendo en cuenta el promedio
es de las cuatro mejores muestras

TABLA LXIX
Resultados del Ensayo de Tracción del adobe con adición de 3%

MUESTRA	Carga Ultima	AREA	Resistencia Ultima	PROMEDIO
MUESTRA N°1 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	280	176.00	1.59	1.58
MUESTRA N°2 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	270	176.47	1.53	
MUESTRA N°3 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	280	176.24	1.59	
MUESTRA N°4 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	250	175.53	1.42	
MUESTRA N°5 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	270	175.30	1.54	
MUESTRA N°6 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	280	176.47	1.59	

Nota: Se muestran los resultados teniendo en cuenta el promedio es de las cuatro mejores muestras

TABLA LXX
Resultados del Ensayo de Tracción del adobe con adición de 5%

MUESTRA	Carga Ultima	AREA	Resistencia Ultima	PROMEDIO
MUESTRA N°1 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	350	176.47	1.98	1.94
MUESTRA N°2 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	330	176.07	1.87	
MUESTRA N°3 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	350	176.59	1.98	
MUESTRA N°4 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	340	176.47	1.93	
MUESTRA N°5 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	330	176.57	1.87	
MUESTRA N°6 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	310	176.59	1.76	

Nota: Se muestran los resultados teniendo en cuenta el promedio es de las cuatro mejores muestras

TABLA LXXI
Resultados del Ensayo de Tracción del adobe con adición de 8%

MUESTRA	Carga Ultima	AREA	Resistencia Ultima	PROMEDIO
MUESTRA N°1 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	300	176.03	1.70	1.87
MUESTRA N°2 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	320	176.70	1.81	
MUESTRA N°3 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	350	175.67	1.99	
MUESTRA N°4 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	300	176.40	1.70	
MUESTRA N°5 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	330	176.47	1.87	
MUESTRA N°6 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	320	176.71	1.81	

Nota: Se muestran los resultados teniendo en cuenta el promedio es de las cuatro mejores muestras

TABLA LXXII
Resultados del Ensayo de Tracción del adobe con adición de 10%

MUESTRA	Carga Ultima	AREA	Resistencia Ultima	PROMEDIO
MUESTRA N°1 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	350	176.50	1.98	2.01
MUESTRA N°2 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	360	176.38	2.04	
MUESTRA N°3 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	350	175.96	1.99	
MUESTRA N°4 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	330	176.29	1.87	
MUESTRA N°5 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	360	176.26	2.04	
MUESTRA N°6 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	340	176.58	1.93	

Nota: Se muestran los resultados teniendo en cuenta el promedio es de las cuatro mejores muestras

TABLA LXXIII
Resultados del Ensayo de Tracción del adobe con adición de 12%

MUESTRA	Carga Ultima	AREA	Resistencia Ultima	PROMEDIO
MUESTRA N°1 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	330	174.60	1.89	1.88
MUESTRA N°2 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	300	175.77	1.71	
MUESTRA N°3 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	340	176.26	1.93	
MUESTRA N°4 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	330	175.04	1.89	
MUESTRA N°5 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	320	176.45	1.81	
MUESTRA N°6 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	300	181.45	1.65	

Nota: Se muestran los resultados teniendo en cuenta el promedio es de las cuatro mejores muestras

En todos los casos se obtuvo el promedio teniendo en cuenta lo que indica la norma, se debe obtener el promedio de los cuatro mejores resultados, en este caso se muestran todos los resultados obtenidos pero para determinar el promedio se eliminaron los dos valores más bajos obtenidos en cada dosificación.

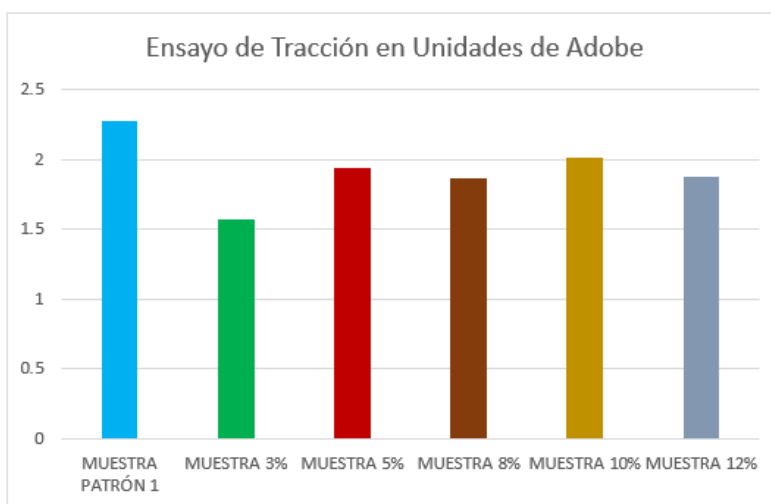


Fig. 143: Gráfico de barras que indica los resultados del Ensayo de Tracción

En la figura 139, se puede observar que los resultados son diversos, no existe un crecimiento o decrecimiento lineal. Todas las muestras cumplieron con el valor indicado en la norma, pero en este caso, para este tipo de ensayo; la muestra de adobe normal obtuvo el mayor valor de todas las dosificaciones, seguido de la muestra de 10% y de 12% de cenizas de carbón y cal.

4.2.2.13. Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes

Este ensayo se realizó en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

TABLA LXXIV
Resistencia a tracción Indirecta

DATOS DEL MURETE	FECHA DE FABRICACION	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL MURETE EN DIAS	CARGA DE ROTURA (Kg.F)	RESIST. A LA TRACCIÓN INDIRECTA. (Kg/cm ²)
Muro Patrón	31/05/2019	28/06/2020	28	1,755	1.850
Muro de adobe con 10%	31/05/2019	28/06/2020	28	2,575	2.601

TABLA LXXV
Medidas de muretes

CARACTERÍSTICAS DEL MURETE	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA AL ESFUERZO DE CORTE V'm (kg/cm ²)
Muro Patrón	47.5	47.5	19.5	926.25	2.368
Muro de adobe con 10%	49.3	49.3	20.2	995.86	3.232

La resistencia a tracción indirecta del muro de adobe con 10% es mayor que la resistencia a tracción indirecta del muro con adobe normal.

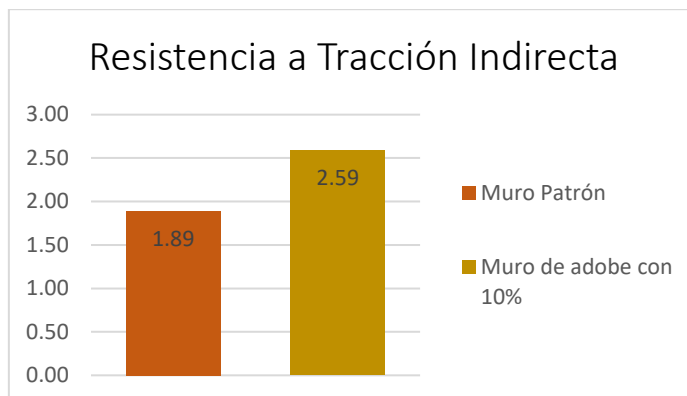


Fig. 144: Resistencia a tracción Indirecta en muretes

La resistencia al esfuerzo por Corte V'M del muro de adobe con 10% es mayor que la resistencia al esfuerzo por Corte V'm del muro con adobe normal.

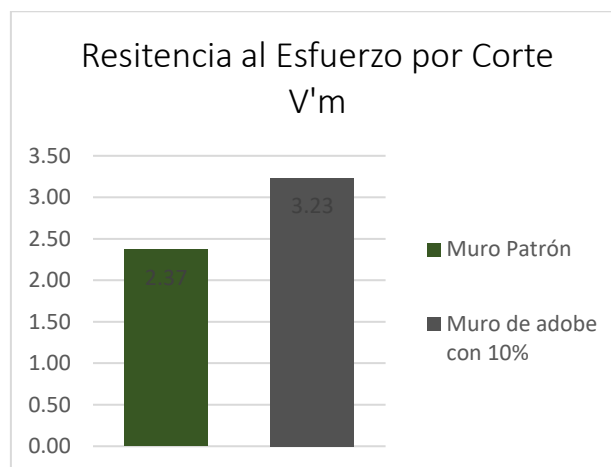


Fig. 145: Resistencia al esfuerzo por corte en muretes

Para este ensayo se tuvo en cuenta el murete de 10% puesto que es el que mejor resistencia a compresión de la unidad en comparación a las demás muestras.

4.2.2.14. Ensayo de Inundación Simulada

Para este ensayo se construyó un muro con adobes normales y otro con adobes de adición de 10% de cal y cenizas de carbón.

Se obtuvieron datos de absorción y capilaridad en dos periodos, el primero: periodo largo de duración y el segundo: periodo corto. Para lo cual se realizó un control sucesivo en ambos muros durante el tiempo que estuvieron en contacto directo con el agua.

PERIODO CORTO DE INUNDACIÓN (PCI)

a) CAPILARIDAD

Resultados del Muro Patrón

Para el cálculo de la Capilaridad se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

TABLA LXXVI
Características de la poza de ensayo

Dimensiones Poza 1	
Ancho (m)	0.60
Largo (m)	1.80
Altura (m)	0.27
Alt. Agua	0.18

La poza se construyó teniendo en cuenta las dimensiones del muro a construir y las características correspondientes siguiente las indicaciones del estudio realizado en la PUCP

TABLA LXXVII
Característica del Muro

Dim. Muro MP en contacto	
Ancho Prom(m)	0.2
Largo Prom (m)	1.2
Altura Prom (m)	1.5
AI	0.28

Este muro se construirá con adobes normales sin adición o tradicionales, es por eso que se denomina Muro Patrón, y servirá como elemento comparativo entre la solución planteada

TABLA LXXVIII
Volumen de Agua de Poza 1

Volumen de Agua Poza	
Área(P1-MP) m ²	1.08
Alt. Agua(m)	0.18
m ³	0.1944
litros	19.44

Conocer el volumen de agua de la poza es importante para realizar las mediciones de absorción y capilaridad y tener un control del comportamiento del muro ensayado.

Teniendo en cuenta que el muro Patrón se derrumbó a las 2 horas de inicio del ensayo, se procesaron los datos hasta ese tiempo.



Fig. 146: Fotografía del derrumbe del Muro Patrón



Fig. 147: Fotografía de ambos muros después del derrumbe
 Obteniéndose los datos de capilaridad siguientes:

TABLA LXXIX
Lecturas de capilaridad del Muro Patrón

Día	Fecha	Hora	Tiempo o Transc	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acum.(cm)
1	25/05/2019	15:00	00:00	18.00	0.00	0.00
1	25/05/2019	15:10	00:10	19.00	1.00	1.00
1	25/05/2019	15:20	00:20	20.00	1.00	2.00
1	25/05/2019	15:30	00:30	21.50	1.50	3.50
1	25/05/2019	15:40	00:40	22.00	0.50	4.00
1	25/05/2019	15:50	00:50	23.00	1.00	5.00
1	25/05/2019	16:00	01:00	24.00	1.00	6.00
1	25/05/2019	16:10	01:10	25.00	1.00	7.00
1	25/05/2019	16:20	01:20	25.50	0.50	7.50
1	25/05/2019	16:30	01:30	26.00	0.50	8.00
1	25/05/2019	16:40	01:40	27.00	1.00	9.00
1	25/05/2019	16:50	01:50	28.00	1.00	10.00
1	25/05/2019	17:00	02:00	29.00	1.00	11.00

El muro tuvo una capilaridad final de 11 cm.

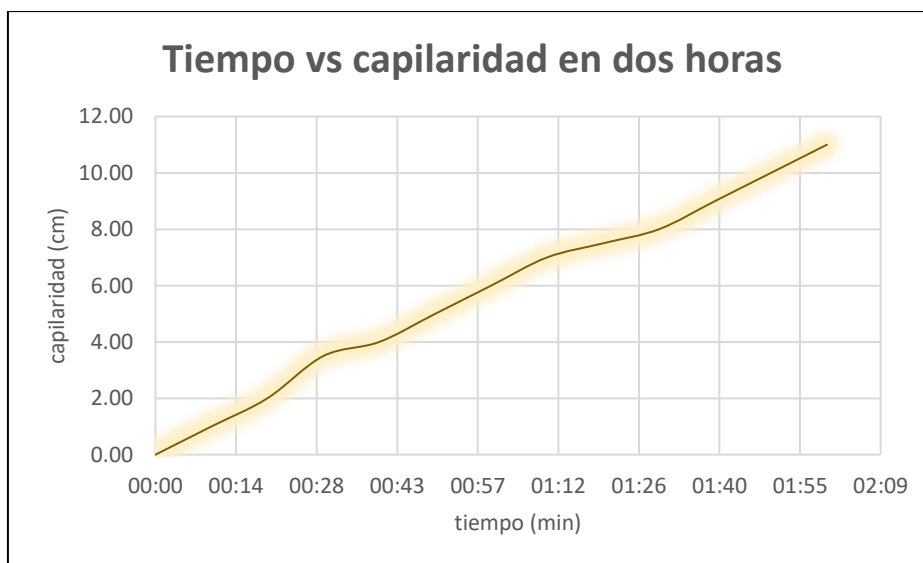


Fig. 148: Tiempo vs Capilaridad del Muro Patrón en 2 horas

Resultados del Muro con adición del 10% de cal y cenizas de carbón

Del mismo modo se procesaron los datos del Muro de adobe con adición de 10% de cal y cenizas de carbón al cabo de 2 horas, con el fin de comparar el comportamiento de

ambos muros en ese tiempo. Cabe resaltar que el muro con adición de 10% supero al muro de adobe normal.

Para el cálculo de capilaridad se tuvo en cuenta los siguientes datos:

TABLA LXXX
Dimensiones de la Poza 2

Dimensiones Poza 2	
Ancho (m)	0.60
Largo (m)	1.80
Altura (m)	0.27
Alt. Agua	0.18

TABLA LXXXI
Dimensiones del Muro con adición de 10%

Dim. Muro MP en contacto	
Ancho Prom(m)	0.2
Largo Prom (m)	1.2
Altura Prom (m)	1.5
Al	0.28

Este muro se construyó con unidades de adobe adicionado con cenizas de carbón y cal en 10%, teniendo en cuenta que tenga las mismas características físicas, respecto a las dimensiones del muro Patrón, la única diferencia será la composición química de éste.

TABLA LXXXII
Volumen de agua de poza 2

Volumen de Agua Poza 2	
Área(P2-M10%) m2	1.08
Alt. Agua(m)	0.18
m3	0.1944
litros	19.44

De igual manera al muro patrón se necesita conocer el volumen de agua de la poza 2 para determinar los datos de capilaridad y absorción.

Como se mencionó anteriormente el Muro Patrón se derrumbó al cabo de dos horas de iniciado el ensayo, mientras que el muro con adición de 10% aún no se había derrumbado, es por eso que en la siguiente tabla se muestra los resultados de capilaridad del Muro con adición de 10% al cabo de 2 horas, que fue el tiempo que duró el Muro Patrón, con el fin de comparar ambos resultados en ese tiempo.

TABLA LXXXIII
Lecturas de capilaridad del Muro con Adición de 10% al cabo de 2hrs

Día	Fecha	Hora	Tiempo o Transc	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acum.(cm)
1	25/05/2019	15:00	00:00	18.00	0.00	0.00
1	25/05/2019	15:10	00:10	19.00	1.00	1.00
1	25/05/2019	15:20	00:20	20.00	1.00	2.00
1	25/05/2019	15:30	00:30	21.00	1.00	3.00
1	25/05/2019	15:40	00:40	22.00	1.00	4.00
1	25/05/2019	15:50	00:50	22.50	0.50	4.50
1	25/05/2019	16:00	01:00	23.00	0.50	5.00
1	25/05/2019	16:10	01:10	23.50	0.50	5.50
1	25/05/2019	16:20	01:20	24.00	0.50	6.00
1	25/05/2019	16:30	01:30	24.50	0.50	6.50
1	25/05/2019	16:40	01:40	25.00	0.50	7.00
1	25/05/2019	16:50	01:50	25.50	0.50	7.50
1	25/05/2019	17:00	02:00	26.00	0.50	8.00

La capilaridad del muro con adición de 10% al cabo de 2 horas fue de 8 cm. Resultando menor que la del muro normal a las dos horas.

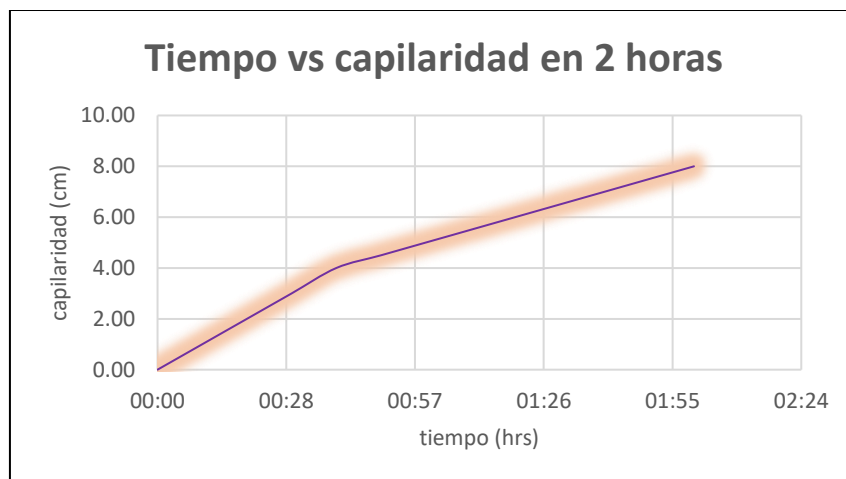


Fig. 149: Tiempo vs Capilaridad del Muro con adición de 10% en 2 horas

Comparando los resultados del comportamiento de ambos muros respecto a la capilaridad, se tiene lo siguiente:

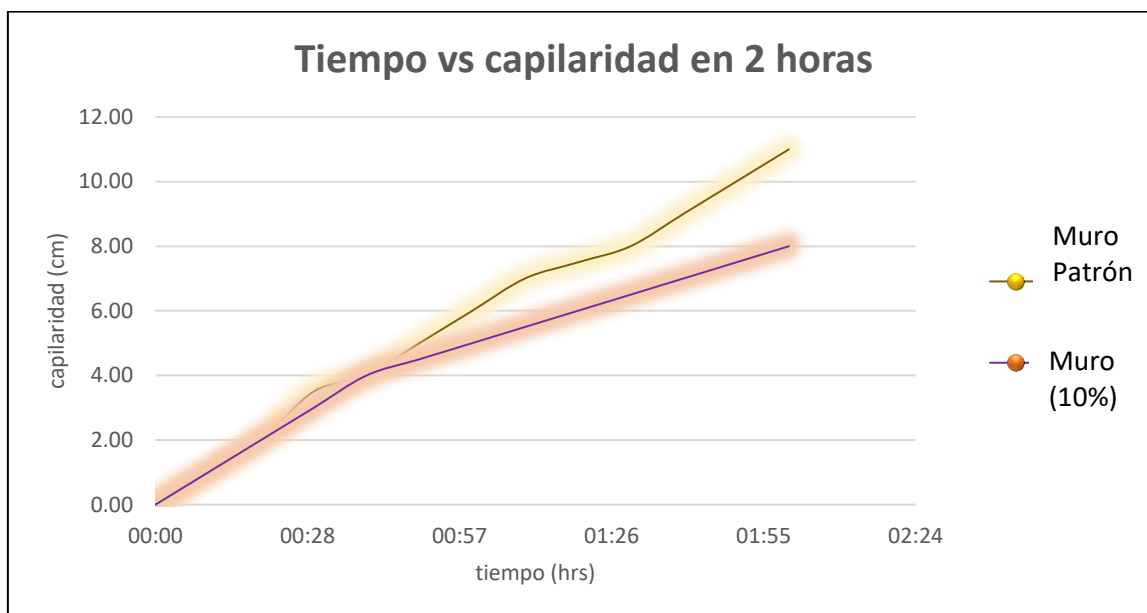


Fig. 150; Gráfica de tiempo vs capilaridad de ambos muros

Del gráfico se observa, que la capilaridad del Muro Patrón llegó a 11cm, en cambio la capilaridad del Muro con adición de 10% de cal y cenizas de carbón llegó a 8 cm, posteriormente solo se continuó con las mediciones del Muro con adición de 10%.

Para este ensayo se tuvo en cuenta dos periodos, el de periodo corto de inundación (PCI) y el periodo prolongado de inundación (PPI). Como se demostró el Muro Patrón solo estuvo en contacto con el agua durante dos horas, por lo que se considera que estuvo en el periodo corto de inundación, pero no logró pasarlo ya que se derrumbó antes. Mientras que el Muro con la adición de 10% si se encontró en este periodo y se hicieron las mediciones correspondientes, tal y como se muestra a continuación:

TABLA LXXXIV
Lecturas de Capilaridad del Muro con adición del 10%

Día	Fecha	Hora	Tiempo Transc (hr)	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acum.(cm)
1	25/05/2019	15:00	00:00	18.00	0.00	0.00
1	25/05/2019	15:10	00:10	19.00	1.00	1.00
1	25/05/2019	15:20	00:20	20.00	1.00	2.00
1	25/05/2019	15:30	00:30	21.00	1.00	3.00
1	25/05/2019	15:40	00:40	22.00	1.00	4.00

1	25/05/2019	15:50	00:50	22.50	0.50	4.50
1	25/05/2019	16:00	01:00	23.00	0.50	5.00
1	25/05/2019	16:10	01:10	23.50	0.50	5.50
1	25/05/2019	16:20	01:20	24.00	0.50	6.00
1	25/05/2019	16:30	01:30	24.50	0.50	6.50
1	25/05/2019	16:40	01:40	25.00	0.50	7.00
1	25/05/2019	16:50	01:50	25.50	0.50	7.50
1	25/05/2019	17:00	02:00	26.00	0.50	8.00
1	25/05/2019	18:00	03:00	26.20	0.20	8.20
1	25/05/2019	19:00	04:00	26.40	0.20	8.40
1	25/05/2019	20:00	05:00	26.50	0.10	8.50
1	25/05/2019	21:00	06:00	26.70	0.20	8.70
1	25/05/2019	22:00	07:00	26.90	0.20	8.90
1	25/05/2019	23:00	08:00	27.00	0.10	9.00
1	26/05/2019	00:00	09:00	27.10	0.10	9.10
1	26/05/2019	01:00	10:00	27.30	0.20	9.30
1	26/05/2019	02:00	11:00	27.50	0.20	9.50
1	26/05/2019	03:00	12:00	27.70	0.20	9.70
1	26/05/2019	04:00	13:00	27.80	0.10	9.80
1	26/05/2019	05:00	14:00	27.90	0.10	9.90
1	26/05/2019	06:00	15:00	28.00	0.10	10.00
1	26/05/2019	07:00	16:00	29.00	1.00	11.00
1	26/05/2019	08:00	17:00	30.00	1.00	12.00
1	26/05/2019	09:00	18:00	30.10	0.10	12.10
1	26/05/2019	10:00	19:00	30.20	0.10	12.20
1	26/05/2019	11:00	20:00	30.40	0.20	12.40
1	26/05/2019	12:00	21:00	30.60	0.20	12.60
1	26/05/2019	13:00	22:00	30.80	0.20	12.80
1	26/05/2019	14:00	23:00	31.00	0.20	13.00
1	26/05/2019	15:00	24:00	31.20	0.20	13.20
2	26/05/2019	15:00	24.00	31.40	0.00	13.20
2	26/05/2019	16:00	25.00	31.50	0.10	13.30
2	26/05/2019	17:00	26.00	31.60	0.10	13.40
2	26/05/2019	18:00	27.00	31.70	0.10	13.50
2	26/05/2019	19:00	28.00	31.80	0.10	13.60
2	26/05/2019	20:00	29.00	31.90	0.10	13.70
2	26/05/2019	21:00	30.00	32.00	0.10	13.80
2	26/05/2019	22:00	31.00	32.10	0.10	13.90
2	26/05/2019	23:00	32.00	32.20	0.10	14.00
2	27/05/2019	00:00	33.00	32.30	0.10	14.10
2	27/05/2019	01:00	34.00	32.40	0.10	14.20
2	27/05/2019	02:00	35.00	32.50	0.10	14.30
2	27/05/2019	03:00	36.00	32.60	0.10	14.40

2	27/05/2019	04:00	37.00	32.70	0.10	14.50
2	27/05/2019	05:00	38.00	32.80	0.10	14.60
2	27/05/2019	06:00	39.00	32.90	0.10	14.70
2	27/05/2019	07:00	33.00	33.00	0.10	14.80
2	27/05/2019	08:00	40.10	33.10	0.10	14.90
2	27/05/2019	09:00	41.10	33.15	0.05	14.95
2	27/05/2019	10:00	42.10	33.20	0.05	15.00
2	27/05/2019	11:00	43.10	33.25	0.05	15.05
2	27/05/2019	12:00	44.10	33.29	0.04	15.09
2	27/05/2019	13:00	45.10	33.34	0.05	15.14
2	27/05/2019	14:00	46.10	33.38	0.04	15.18
2	27/05/2019	15:00	47.10	33.40	0.02	15.20
3	27/05/2019	15:00	48.00	33.45	0.00	15.20
3	27/05/2019	16:00	48.10	33.48	0.03	15.23
3	27/05/2019	17:00	49.10	33.52	0.04	15.27
3	27/05/2019	18:00	50.10	33.55	0.03	15.30
3	27/05/2019	19:00	51.10	33.59	0.04	15.34
3	27/05/2019	20:00	52.10	33.62	0.03	15.37
3	27/05/2019	21:00	53.10	33.65	0.03	15.40
3	28/05/2019	22:00	54.10	33.69	0.04	15.44
3	28/05/2019	23:00	55.10	33.72	0.03	15.47
3	28/05/2019	00:00	56.10	33.77	0.05	15.52
3	28/05/2019	01:00	57.10	33.80	0.03	15.55
3	28/05/2019	02:00	58.10	33.88	0.08	15.63
3	28/05/2019	03:00	59.10	33.80	-0.08	15.55
3	28/05/2019	04:00	60.10	33.95	0.15	15.70
3	28/05/2019	05:00	61.10	33.98	0.03	15.73
3	28/05/2019	06:00	62.10	34.00	0.02	15.75
3	28/05/2019	07:00	63.10	34.10	0.10	15.85
3	28/05/2019	08:00	64.10	34.15	0.05	15.90
3	28/05/2019	09:00	65.10	34.20	0.05	15.95
3	28/05/2019	10:00	66.10	34.25	0.05	16.00
3	28/05/2019	11:00	67.10	34.30	0.05	16.05
3	28/05/2019	12:00	68.10	34.35	0.05	16.10
3	28/05/2019	13:00	69.10	34.40	0.05	16.15
3	28/05/2019	14:00	70.10	34.45	0.05	16.20
3	28/05/2019	15:00	71.10	34.50	0.05	16.25

La lectura final del periodo corto de inundación fue de 16.25 cm

En la siguiente gráfica se muestra el ascenso de la capilaridad del Muro con adobes adicionales de cal y cenizas de carbón en 10%, durante el período corto de inundación de 3 días (PCI).

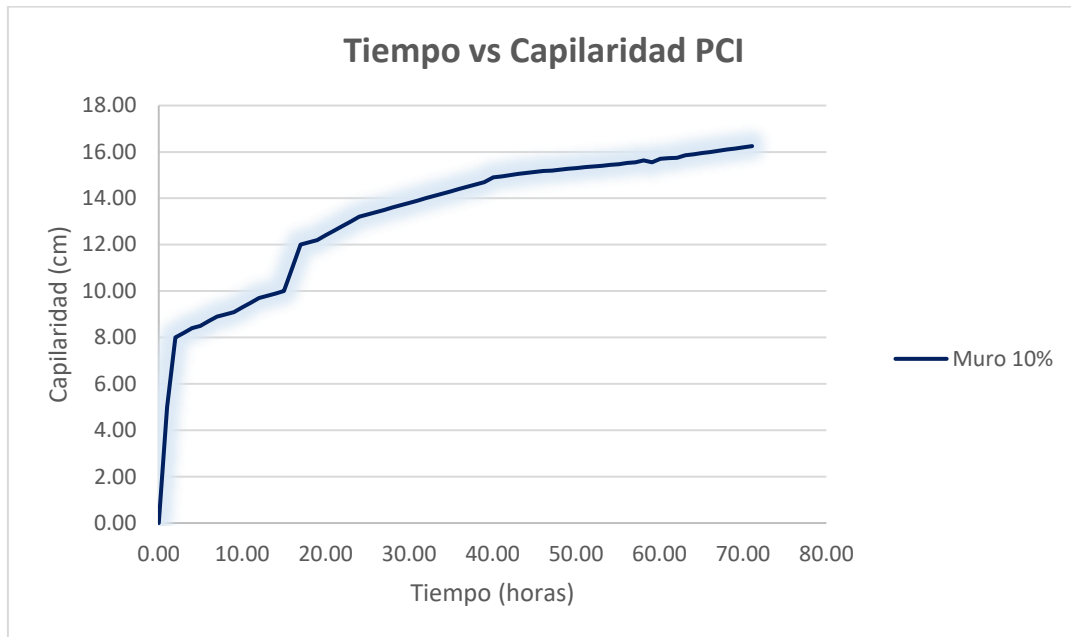


Fig. 151: Tiempo vs Capilaridad



Fig. 152: Fotografía de ensayo de inundación hasta la fecha 11/06

En la fotografía se puede observar la capilaridad del Muro con adición de 10%

b) ABSORCIÓN

Resultados del Muro Patrón

Para el cálculo de la Absorción se tuvieron en cuenta los siguientes datos: Dimensiones de la poza 1, como se indica en la Tabla LI, Las dimensiones del Muro 1, como se muestra en la tabla LII, y el volumen de agua para la poza 1, como se muestra en la tabla LXXXV.

TABLA LXXXV
Lecturas de Absorción en el Muro Patrón

Día	Fecha	Hora	Tiempo Transc (hr)	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol agua abs (m3)	Vol agua abs (L)	Vol agua abs acum(L)
1	25/05/2019	15:00	00:00	18.00	0.00	0.00000	0.00	0.00
1	25/05/2019	15:10	00:10	17.50	0.50	0.54000	54.00	54.00
1	25/05/2019	15:20	00:20	17.00	0.50	0.54000	54.00	108.00
1	25/05/2019	15:30	00:30	16.50	0.50	0.54000	54.00	162.00
1	25/05/2019	15:40	00:40	15.50	1.00	1.08000	108.0	270.00
1	25/05/2019	15:50	00:50	15.00	0.50	0.54000	54.00	324.00
1	25/05/2019	16:00	01:00	14.70	0.30	0.32400	32.40	356.40
1	25/05/2019	16:10	01:10	14.40	0.30	0.32400	32.40	388.80
1	25/05/2019	16:20	01:20	14.00	0.40	0.43200	43.20	432.00
1	25/05/2019	16:30	01:30	13.50	0.50	0.54000	54.00	486.00
1	25/05/2019	16:40	01:40	13.00	0.50	0.54000	54.00	540.00
1	25/05/2019	16:50	01:50	12.50	0.50	0.54000	54.00	594.00
1	25/05/2019	17:00	02:00	12.00	0.50	0.54000	54.00	648.00

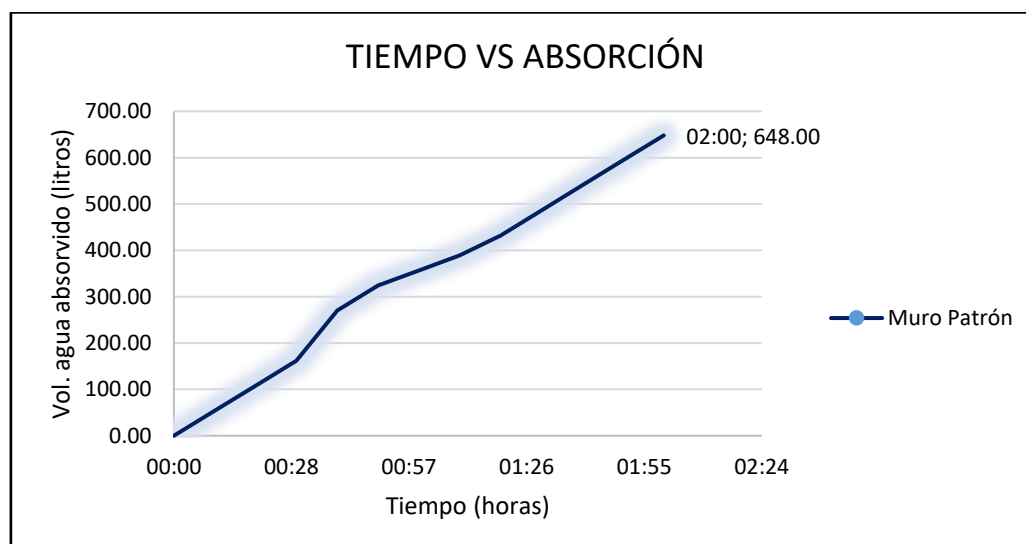


Fig. 153: Gráfica de Tiempo vs Absorción en Muro Patrón a las 2 horas

El muro patrón absorbió 648 litros de agua durante 2 horas

Resultados de Absorción del Muro con adición del 10% de cal y cenizas de carbón

De la misma manera se procesaron los datos del Muro de adobe con adición de 10% de cal y cenizas de carbón al cabo de 2 horas, Se tuvieron en cuenta las dimensiones de la poza 2, como se indica en la Tabla XCII, Las dimensiones del Muro 2, como se muestra en la tabla XCIII, y el volumen de agua para la poza 2, como se muestra en la tabla XCIV

TABLA LXXXVI
Lecturas de absorción del Muro con adición del 10% durante 2 horas

Día	Fecha	Hora	Tiempo Transc (hr)	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol agua abs (m3)	Vol agua abs (L)	Vol agua abs acum(L)
1	25/05/2019	15:00	00:00	18.00	0.00	0.00000	0.00	0.00
1	25/05/2019	15:10	00:10	17.80	0.20	0.21600	21.60	21.60
1	25/05/2019	15:20	00:20	17.60	0.20	0.21600	21.60	43.20
1	25/05/2019	15:30	00:30	17.50	0.10	0.10800	10.80	54.00
1	25/05/2019	15:40	00:40	17.40	0.10	0.10800	10.80	64.80
1	25/05/2019	15:50	00:50	17.20	0.20	0.21600	21.60	86.40
1	25/05/2019	16:00	01:00	17.00	0.20	0.21600	21.60	108.00
1	25/05/2019	16:10	01:10	16.80	0.20	0.21600	21.60	129.60
1	25/05/2019	16:20	01:20	16.60	0.20	0.21600	21.60	151.20
1	25/05/2019	16:30	01:30	16.50	0.10	0.10800	10.80	162.00
1	25/05/2019	16:40	01:40	16.40	0.10	0.10800	10.80	172.80
1	25/05/2019	16:50	01:50	16.20	0.20	0.21600	21.60	194.40
1	25/05/2019	17:00	02:00	16.00	0.20	0.21600	21.60	216.00

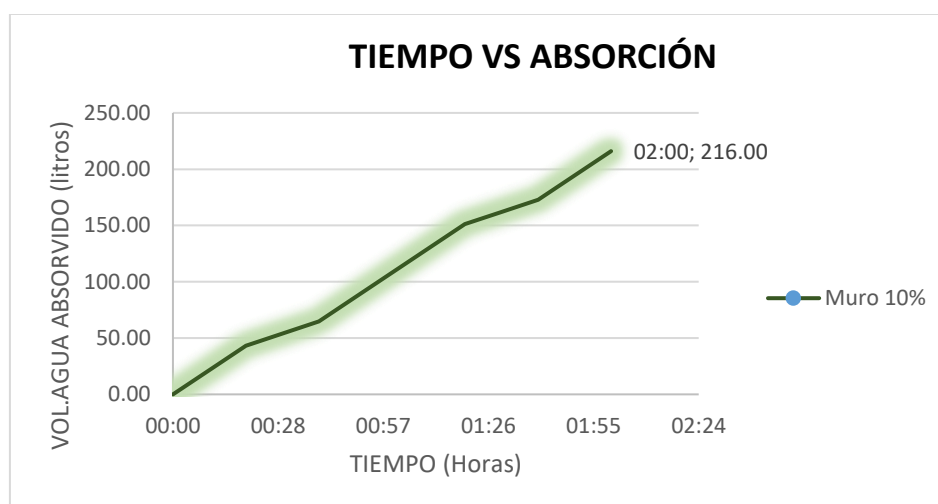


Fig. 154: Gráfica de Tiempo vs Absorción del Muro con adición del 10 durante 2 horas

El muro con adición de 10% de cal y ceniza de carbón absorbió 216 litros durante 2 horas.

Con el fin de comparar el comportamiento con respecto a la absorción de ambos muros en ese tiempo que fue el que duró el Muro Patrón, se muestra la siguiente gráfica.

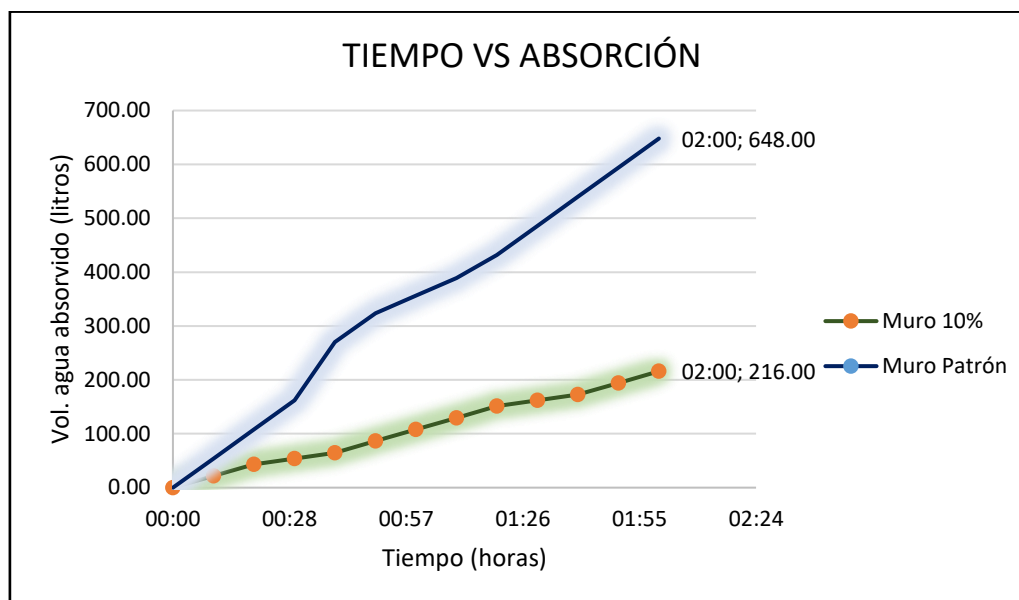


Fig. 155: Absorción de ambos Muros en dos horas

Se observa el muro Patrón absorbió 648 litros, en cambio el Muro de adobe con adición del 10% de cal y cenizas de carbón absorbió 216 litros.

Asimismo se continuó las mediciones del periodo corto de inundación con el Muro de adobe con adición de 10%, ya que el Muro con adobes tradiciones se derrumbó a las 2 horas.

TABLA LXXXVII
Lecturas de Absorción del Muro de adobe con adición del 10% durante el PCI

Día	Fecha	Hora	Tiempo Transc (hr)	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol. agua abs (m3)	Vol. agua abs (L)	Vol. agua abs acum(L)
1	25/05/2019	15:00	00:00	18.00	0.00	0.00000	0.00	0.00
1	25/05/2019	15:10	00:10	17.80	0.20	0.21600	21.60	21.60
1	25/05/2019	15:20	00:20	17.60	0.20	0.21600	21.60	43.20
1	25/05/2019	15:30	00:30	17.50	0.10	0.10800	10.80	54.00
1	25/05/2019	15:40	00:40	17.40	0.10	0.10800	10.80	64.80
1	25/05/2019	15:50	00:50	17.20	0.20	0.21600	21.60	86.40

1	25/05/2019	16:00	01:00	17.00	0.20	0.21600	21.60	108.00
1	25/05/2019	16:10	01:10	16.80	0.20	0.21600	21.60	129.60
1	25/05/2019	16:20	01:20	16.60	0.20	0.21600	21.60	151.20
1	25/05/2019	16:30	01:30	16.50	0.10	0.10800	10.80	162.00
1	25/05/2019	16:40	01:40	16.40	0.10	0.10800	10.80	172.80
1	25/05/2019	16:50	01:50	16.20	0.20	0.21600	21.60	194.40
1	25/05/2019	17:00	02:00	16.00	0.20	0.21600	21.60	216.00
1	25/05/2019	18:00	03:00	15.80	0.20	0.21600	21.60	237.60
1	25/05/2019	19:00	04:00	15.60	0.20	0.21600	21.60	259.20
1	25/05/2019	20:00	05:00	15.40	0.20	0.21600	21.60	280.80
1	25/05/2019	21:00	06:00	15.20	0.20	0.21600	21.60	302.40
1	25/05/2019	22:00	07:00	15.00	0.20	0.21600	21.60	324.00
1	25/05/2019	23:00	08:00	14.90	0.10	0.10800	10.80	334.80
1	26/05/2019	00:00	09:00	14.80	0.10	0.10800	10.80	345.60
1	26/05/2019	01:00	10:00	14.70	0.10	0.10800	10.80	356.40
1	26/05/2019	02:00	11:00	14.60	0.10	0.10800	10.80	367.20
1	26/05/2019	03:00	12:00	14.50	0.10	0.10800	10.80	378.00
1	26/05/2019	04:00	13:00	14.40	0.10	0.10800	10.80	388.80
1	26/05/2019	05:00	14:00	14.30	0.10	0.10800	10.80	399.60
1	26/05/2019	06:00	15:00	14.20	0.10	0.10800	10.80	410.40
1	26/05/2019	07:00	16:00	14.10	0.10	0.10800	10.80	421.20
1	26/05/2019	08:00	17:00	14.00	0.10	0.10800	10.80	432.00
1	26/05/2019	09:00	18:00	13.90	0.10	0.10800	10.80	442.80
1	26/05/2019	10:00	19:00	13.80	0.10	0.10800	10.80	453.60
1	26/05/2019	11:00	20:00	13.50	0.30	0.32400	32.40	486.00
1	26/05/2019	12:00	21:00	13.00	0.50	0.54000	54.00	540.00
1	26/05/2019	13:00	22:00	12.70	0.30	0.32400	32.40	572.40
1	26/05/2019	14:00	23:00	12.50	0.20	0.21600	21.60	594.00
1	26/05/2019	15:00	24:00	12.00	0.50	0.54000	54.00	648.00
Agua Respuesta						0.648	648.00	
2	26/05/2019	15:00	24.00	18.00	0.00	0.00000	0.00	648.00
2	26/05/2019	16:00	25.00	17.70	0.3	0.32400	32.40	680.40
2	26/05/2019	17:00	26.00	17.40	0.3	0.32400	32.40	712.80
2	26/05/2019	18:00	27.00	16.60	0.8	0.86400	86.40	799.20
2	26/05/2019	19:00	28.00	16.30	0.3	0.32400	32.40	831.60
2	26/05/2019	20:00	29.00	16.20	0.1	0.10800	10.80	842.40
2	26/05/2019	21:00	30.00	16.10	0.1	0.10800	10.80	853.20
2	26/05/2019	22:00	31.00	16.00	0.1	0.10800	10.80	864.00
2	26/05/2019	23:00	32.00	15.80	0.2	0.21600	21.60	885.60
2	27/05/2019	00:00	33.00	15.70	0.1	0.10800	10.80	896.40
2	27/05/2019	01:00	34.00	15.50	0.2	0.21600	21.60	918.00
2	27/05/2019	02:00	35.00	15.40	0.1	0.10800	10.80	928.80
2	27/05/2019	03:00	36.00	15.20	0.2	0.21600	21.60	950.40
2	27/05/2019	04:00	37.00	15.00	0.2	0.21600	21.60	972.00

2	27/05/2019	05:00	38.00	14.90	0.1	0.10800	10.80	982.80
2	27/05/2019	06:00	39.00	14.70	0.2	0.21600	21.60	1004.40
2	27/05/2019	07:00	40.00	14.50	0.2	0.21600	21.60	1026.00
2	27/05/2019	08:00	41.00	14.30	0.2	0.21600	21.60	1047.60
2	27/05/2019	09:00	42.00	14.00	0.3	0.32400	32.40	1080.00
2	27/05/2019	10:00	43.00	13.80	0.2	0.21600	21.60	1101.60
2	27/05/2019	11:00	44.00	13.50	0.3	0.32400	32.40	1134.00
2	27/05/2019	12:00	45.00	13.00	0.5	0.54000	54.00	1188.00
2	27/05/2019	13:00	46.00	12.90	0.1	0.10800	10.80	1198.80
2	27/05/2019	14:00	47.00	12.70	0.2	0.21600	21.60	1220.40
2	27/05/2019	15:00	48.00	12.50	0.2	0.21600	21.60	1242.00
Agua Respuesta						1.242	1242.00	
3	27/05/2019	15:00	48.00	18.00	0.00	0.00000	0.00	1242.00
3	27/05/2019	16:00	49.00	17.80	0.2	0.21600	21.60	1263.60
3	27/05/2019	17:00	50.00	17.60	0.2	0.21600	21.60	1285.20
3	27/05/2019	18:00	51.00	17.40	0.2	0.21600	21.60	1306.80
3	27/05/2019	19:00	52.00	17.20	0.2	0.21600	21.60	1328.40
3	27/05/2019	20:00	53.00	17.00	0.2	0.21600	21.60	1350.00
3	27/05/2019	21:00	54.00	16.80	0.2	0.21600	21.60	1371.60
3	28/05/2019	22:00	55.00	16.60	0.2	0.21600	21.60	1393.20
3	28/05/2019	23:00	56.00	16.40	0.2	0.21600	21.60	1414.80
3	28/05/2019	00:00	57.00	16.20	0.2	0.21600	21.60	1436.40
3	28/05/2019	01:00	58.00	16.00	0.2	0.21600	21.60	1458.00
3	28/05/2019	02:00	59.00	15.80	0.2	0.21600	21.60	1479.60
3	28/05/2019	03:00	60.00	15.60	0.2	0.21600	21.60	1501.20
3	28/05/2019	04:00	61.00	15.40	0.2	0.21600	21.60	1522.80
3	28/05/2019	05:00	62.00	15.10	0.3	0.32400	32.40	1555.20
3	28/05/2019	06:00	63.00	14.90	0.2	0.21600	21.60	1576.80
3	28/05/2019	07:00	64.00	14.60	0.3	0.32400	32.40	1609.20
3	28/05/2019	08:00	65.00	14.30	0.3	0.32400	32.40	1641.60
3	28/05/2019	09:00	66.00	14.00	0.3	0.32400	32.40	1674.00
3	28/05/2019	10:00	67.00	13.70	0.3	0.32400	32.40	1706.40
3	28/05/2019	11:00	68.00	13.40	0.3	0.32400	32.40	1738.80
3	28/05/2019	12:00	69.00	13.10	0.3	0.32400	32.40	1771.20
3	28/05/2019	13:00	70.00	12.80	0.3	0.32400	32.40	1803.60
3	28/05/2019	14:00	71.00	12.50	0.3	0.32400	32.40	1836.00
3	28/05/2019	15:00	72.00	12.20	0.3	0.32400	32.40	1868.40
Agua Respuesta						1.8684	1868.40	

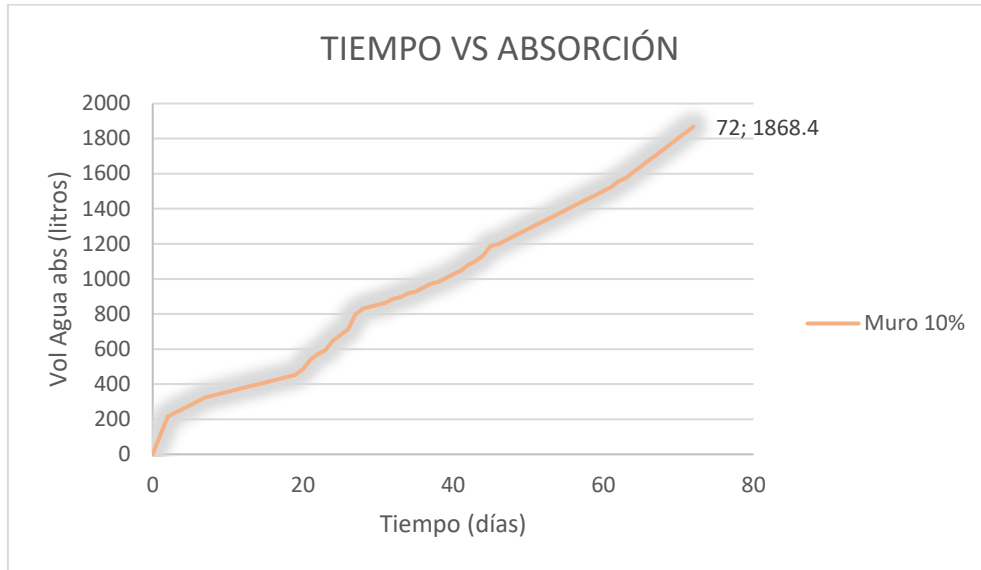


Fig. 156; Gráfica de absorción del Muro de adobe con adición del 10% durante el PCI

El muro de adobes con adición de 10% de cal y cenizas de carbón absorbió 1868.40 litros en el período corto de inundación (PCI), el cual las mediciones se hicieron durante 3 días por cada hora.

Cabe resaltar que el día 26 de mayo del 2019 a las 2: 41 a.m ocurrió un sismo de magnitud 8.0, con intensidades tal y como se muestra en la siguiente imagen:

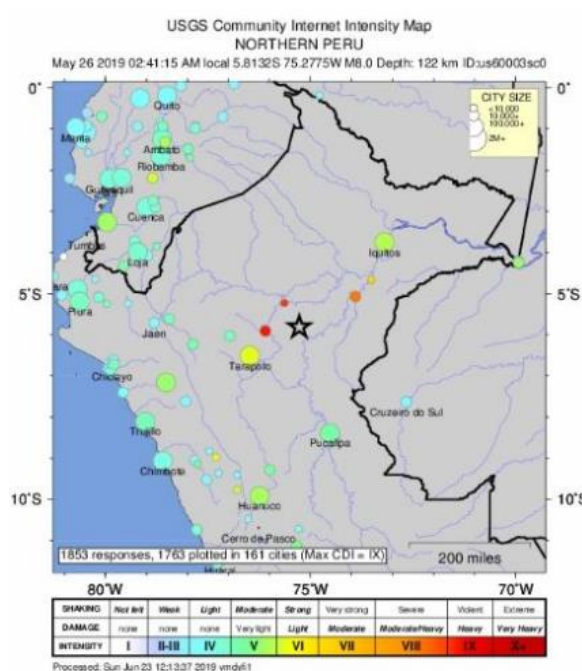


Fig. 157: Gráfica de Intensidad del Sismo. [39]

Se observa que la intensidad del sismo en el departamento de Lambayeque fue de IV, la cual se clasifica como intensidad Moderada, y el muro siguió intacto.



Fig. 158: Fotografía del Muro de 10% tomada el 29/05/2019

PERIODO PROLONGADO DE INUNDACIÓN (PCI)

Como se mostró en las figuras anteriores, el Muro Patrón (Muro con adobes tradicionales) se derrumbó a las dos horas de iniciado el ensayo por lo tanto las lecturas del período corto de inundación y el período prolongado de inundación se continuaron pero solo del Muro con adición de 10%.

Los datos se midieron diariamente y son los siguientes:

a) CAPILARIDAD

TABLA LXXXVIII
Lecturas de Capilaridad del Muro 10% durante el PPI

Día	Fecha	Hora	Tiempo Transc (hr)	Capilaridad		
				Lect (cm)	ΔH (cm)	ΔH acum.(cm)
0	25/05/2019	15:00	0	18.00	0.00	0.00
1	26/05/2019	15:00	1	33.40	15.40	15.40
2	27/05/2019	15:00	2	33.45	0.05	15.45
3	28/05/2019	15:00	3	34.50	1.05	16.50
4	29/05/2019	15:00	4	35.00	0.50	17.00
5	30/05/2019	15:00	5	38.50	3.50	20.50
6	31/05/2019	15:00	6	40.00	1.50	22.00

7	01/06/2019	15:00	7	41.00	1.00	23.00
7	01/06/2019	15:00	7	41.00	0.00	23.00
8	02/06/2019	15:00	8	42.50	1.50	24.50
9	03/06/2019	15:00	9	43.00	0.50	25.00
10	04/06/2019	15:00	10	44.00	1.00	26.00
11	05/06/2019	15:00	11	45.50	1.50	27.50
12	06/06/2019	15:00	12	46.00	0.50	28.00
13	07/06/2019	15:00	13	46.50	0.50	28.50
14	08/06/2019	15:00	14	47.00	0.50	29.00
14	08/06/2019	15:00	14	47.50	0.00	29.00
15	09/06/2019	15:00	15	48.00	0.50	29.50
16	10/06/2019	15:00	16	48.50	0.50	30.00
17	11/06/2019	15:00	17	49.50	1.00	31.00
18	12/06/2019	15:00	18	50.00	0.50	31.50
19	13/06/2019	15:00	19	50.10	0.10	31.60
20	14/06/2019	15:00	20	50.15	0.05	31.65
21	15/06/2019	15:00	21	50.20	0.05	31.70
21	15/06/2019	15:00	21	50.25	0.00	31.70
22	16/06/2019	15:00	22	50.30	0.05	31.75
23	17/06/2019	15:00	23	50.40	0.10	31.85
24	18/06/2019	15:00	24	50.60	0.20	32.05
25	19/06/2019	15:00	25	50.80	0.20	32.25
26	20/06/2019	15:00	26	51.00	0.20	32.45
27	21/06/2019	15:00	27	51.00	0.00	32.45
28	22/06/2019	15:00	28	51.00	0.00	32.45
28	22/06/2019	15:00	28	51.00	0.00	32.45
29	23/06/2019	15:00	29	51.00	0.00	32.45
30	24/06/2019	15:00	30	51.00	0.00	32.45
31	25/06/2019	15:00	31	51.00	0.00	32.45
32	26/06/2019	15:00	32	51.00	0.00	32.45
33	27/06/2019	15:00	33	51.00	0.00	32.45
34	28/06/2019	15:00	34	51.00	0.00	32.45
35	29/06/2019	15:00	35	51.00	0.00	32.45
35	29/06/2019	15:00	35	51.00	0.00	32.45
36	30/06/2019	15:00	36	51.00	0.00	32.45
37	01/07/2019	15:00	37	51.00	0.00	32.45
38	02/07/2019	15:00	38	51.00	0.00	32.45
39	03/07/2019	15:00	39	51.00	0.00	32.45
40	04/07/2019	15:00	40	51.00	0.00	32.45

41	05/07/2019	15:00	41	51.00	0.00	32.45
42	06/07/2019	15:00	42	51.00	0.00	32.45
42	06/07/2019	15:00	42	51.00	0.00	32.45
43	07/07/2019	15:00	43	51.00	0.00	32.45
44	08/07/2019	15:00	44	51.00	0.00	32.45
45	09/07/2019	15:00	45	51.00	0.00	32.45
46	10/07/2019	15:00	46	51.00	0.00	32.45
47	11/07/2019	15:00	47	51.00	0.00	32.45
48	12/07/2019	15:00	48	51.00	0.00	32.45
49	13/07/2019	15:00	49	51.00	0.00	32.45
49	13/07/2019	15:00	49	51.00	0.00	32.45
50	14/07/2019	15:00	50	51.00	0.00	32.45
51	15/07/2019	15:00	51	51.00	0.00	32.45
52	16/07/2019	15:00	52	51.00	0.00	32.45
53	17/07/2019	15:00	53	51.00	0.00	32.45
54	18/07/2019	15:00	54	51.00	0.00	32.45
55	19/07/2019	15:00	55	51.00	0.00	32.45
56	20/07/2019	15:00	56	51.00	0.00	32.45
56	20/07/2019	15:00	56	51.00	0.00	32.45
57	21/07/2019	15:00	57	51.00	0.00	32.45
58	22/07/2019	15:00	58	51.00	0.00	32.45
59	23/07/2019	15:00	59	51.00	0.00	32.45
60	24/07/2019	15:00	60	51.00	0.00	32.45
61	25/07/2019	15:00	61	51.00	0.00	32.45
62	26/07/2019	15:00	62	51.00	0.00	32.45
63	27/07/2019	15:00	63	51.00	0.00	32.45
63	27/07/2019	15:00	63	51.00	0.00	32.45
64	28/07/2019	15:00	64	51.00	0.00	32.45
65	29/07/2019	15:00	65	51.00	0.00	32.45
66	30/07/2019	15:00	66	51.00	0.00	32.45
67	31/07/2019	15:00	67	51.00	0.00	32.45
68	01/08/2019	15:00	68	51.00	0.00	32.45
69	02/08/2019	15:00	69	51.00	0.00	32.45
70	03/08/2019	15:00	70	51.00	0.00	32.45
70	03/08/2019	15:00	70	51.00	0.00	32.45
71	04/08/2019	15:00	71	51.00	0.00	32.45
72	05/08/2019	15:00	72	51.00	0.00	32.45
73	06/08/2019	15:00	73	51.00	0.00	32.45
74	07/08/2019	15:00	74	51.00	0.00	32.45

75	08/08/2019	15:00	75	51.00	0.00	32.45
76	09/08/2019	15:00	76	51.00	0.00	32.45
77	10/08/2019	15:00	77	51.00	0.00	32.45
77	10/08/2019	15:00	77	51.00	0.00	32.45
78	11/08/2019	15:00	78	51.00	0.00	32.45
79	12/08/2019	15:00	79	51.00	0.00	32.45
80	13/08/2019	15:00	80	51.00	0.00	32.45
81	14/08/2019	15:00	81	51.00	0.00	32.45
82	15/08/2019	15:00	82	51.00	0.00	32.45
83	16/08/2019	15:00	83	51.00	0.00	32.45
84	17/08/2019	15:00	84	51.00	0.00	32.45
84	17/08/2019	15:00	84	51.00	0.00	32.45
85	18/08/2019	15:00	85	51.00	0.00	32.45
86	19/08/2019	15:00	86	51.00	0.00	32.45
87	20/08/2019	15:00	87	51.00	0.00	32.45
88	21/08/2019	15:00	88	51.00	0.00	32.45
89	22/08/2019	15:00	89	51.00	0.00	32.45
90	23/08/2019	15:00	90	51.00	0.00	32.45
91	24/08/2019	15:00	91	51.00	0.00	32.45
91	24/08/2019	15:00	91	51.00	0.00	32.45
92	25/08/2019	15:00	92	51.00	0.00	32.45
93	26/08/2019	15:00	93	51.00	0.00	32.45
94	27/08/2019	15:00	94	51.00	0.00	32.45
95	28/08/2019	15:00	95	51.00	0.00	32.45
96	29/08/2019	15:00	96	51.00	0.00	32.45
97	30/08/2019	15:00	97	51.00	0.00	32.45
98	31/08/2019	15:00	98	51.00	0.00	32.45
98	31/08/2019	15:00	98	51.00	0.00	32.45
99	01/09/2019	15:00	99	51.00	0.00	32.45
100	02/09/2019	15:00	100	51.00	0.00	32.45
101	03/09/2019	15:00	101	51.00	0.00	32.45
102	04/09/2019	15:00	102	51.00	0.00	32.45
103	05/09/2019	15:00	103	51.00	0.00	32.45
104	06/09/2019	15:00	104	51.00	0.00	32.45
105	07/09/2019	15:00	105	51.00	0.00	32.45
105	07/09/2019	15:00	0	51.00	0.00	32.45
106	08/09/2019	15:00	1	51.00	0.00	32.45
107	09/09/2019	15:00	2	51.00	0.00	32.45
108	10/09/2019	15:00	3	51.00	0.00	32.45

109	11/09/2019	15:00	4	51.00	0.00	32.45
110	12/09/2019	15:00	5	51.00	0.00	32.45
111	13/09/2019	15:00	6	51.00	0.00	32.45
112	14/09/2019	15:00	7	51.00	0.00	32.45
112	14/09/2019	15:00	0	51.00	0.00	32.45
113	15/09/2019	15:00	1	51.00	0.00	32.45
114	16/09/2019	15:00	2	51.00	0.00	32.45
115	17/09/2019	15:00	3	51.00	0.00	32.45
116	18/09/2019	15:00	4	51.00	0.00	32.45
117	19/09/2019	15:00	5	51.00	0.00	32.45
118	20/09/2019	15:00	6	51.00	0.00	32.45
119	21/09/2019	15:00	7	51.00	0.00	32.45
119	21/09/2019	15:00	0	51.00	0.00	32.45
120	22/09/2019	15:00	1	51.00	0.00	32.45
121	23/09/2019	15:00	2	51.00	0.00	32.45
122	24/09/2019	15:00	3	51.00	0.00	32.45
123	25/09/2019	15:00	4	51.00	0.00	32.45
124	26/09/2019	15:00	5	51.00	0.00	32.45
125	27/09/2019	15:00	6	51.00	0.00	32.45
126	28/09/2019	15:00	7	51.00	0.00	32.45
126	28/09/2019	15:00	0	51.00	0.00	32.45
127	29/09/2019	15:00	1	51.00	0.00	32.45
128	30/09/2019	15:00	2	51.00	0.00	32.45
129	01/10/2019	15:00	3	51.00	0.00	32.45
130	02/10/2019	15:00	4	51.00	0.00	32.45
131	03/10/2019	15:00	5	51.00	0.00	32.45
132	04/10/2019	15:00	6	51.00	0.00	32.45
133	05/10/2019	15:00	7	51.00	0.00	32.45
133	05/10/2019	15:00	0	51.00	0.00	32.45
134	06/10/2019	15:00	1	51.00	0.00	32.45
135	07/10/2019	15:00	2	51.00	0.00	32.45
136	08/10/2019	15:00	3	51.00	0.00	32.45
137	09/10/2019	15:00	4	51.00	0.00	32.45
138	10/10/2019	15:00	5	51.00	0.00	32.45
139	11/10/2019	15:00	6	51.00	0.00	32.45
140	12/10/2019	15:00	7	51.00	0.00	32.45

Se observa que desde el día 27 hasta el día 140 que duro el ensayo, la capilaridad permaneció constante, es decir que desde el día 27 el valor permaneció constante pero no se derrumbó hasta el día 140.

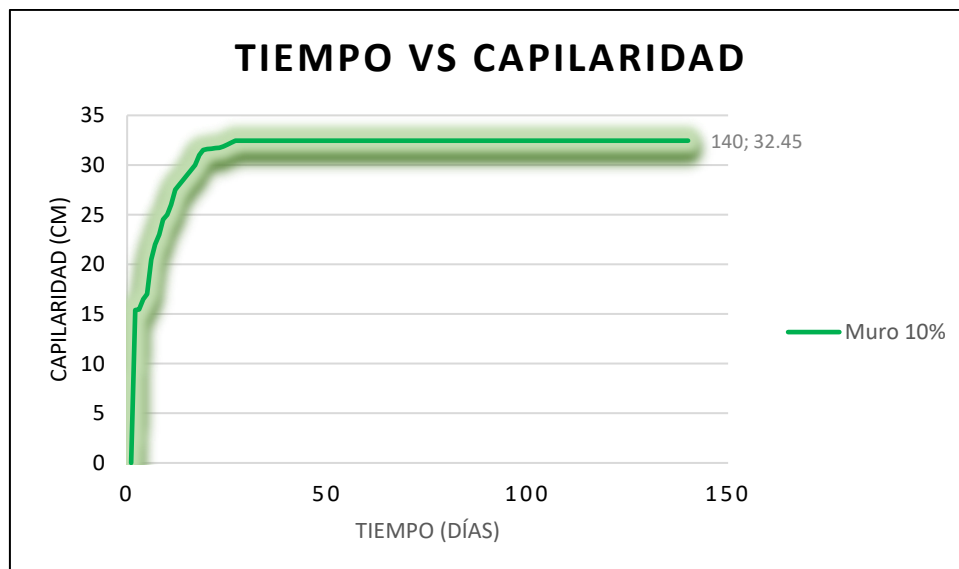


Fig. 159: Gráfica de Tiempo vs Capilaridad del Muro

El muro de adobe con adición de 10% de cal y cenizas de carbón duró 140 días y la medida de capilaridad fue de 32.45 cm.

b) ABSORCIÓN

De igual manera se continuaron las mediciones de absorción del Muro de adobe con 10% de cal y ceniza de carbón, estas mediciones en este periodo prolongado de inundación se realizaron diariamente y los datos son los siguientes:

TABLA LXXXIX
Lectura de Absorción del Muro en el PPI

Día	Fecha	Hora	Tiempo Transc (hr)	Absorción				
				Lect (cm)	ΔH (cm)	Vol agua abs (m3)	Vol agua abs (L)	Vol agua abs acum(L)
0	25/05/2019	15:00	0	18	-	-	-	-
1	26/05/2019	15:00	1	12	6	6.48	648	648.00
2	27/05/2019	15:00	2	12.50	0.50	0.54	54	702.00
3	28/05/2019	15:00	3	12.2	0.30	0.324	32.4	734.40
4	29/05/2019	15:00	4	12	0.20	0.216	21.6	756.00
5	30/05/2019	15:00	5	11.9	0.10	0.108	10.8	766.80

6	31/05/2019	15:00	6	11.8	0.10	0.108	10.8	777.60
7	01/06/2019	15:00	7	11.7	0.10	0.108	10.8	788.40
Agua Respuesta						0.788	788.40	
7	01/06/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	788.40
8	02/06/2019	15:00	1	17.00	1	1.08	108	896.40
9	03/06/2019	15:00	2	14.80	2.20	2.376	237.6	1134.00
10	04/06/2019	15:00	3	13.20	1.60	1.728	172.8	1306.80
11	05/06/2019	15:00	4	12.60	0.60	0.648	64.8	1371.60
12	06/06/2019	15:00	5	12.00	0.60	0.648	64.8	1436.40
13	07/06/2019	15:00	6	11.80	0.20	0.216	21.6	1458.00
14	08/06/2019	15:00	7	11.50	0.30	0.324	32.4	1490.40
Agua Respuesta						1.490	1490.40	
14	08/06/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1490.40
15	09/06/2019	15:00	1	17.50	0.5	0.54	54	1544.40
16	10/06/2019	15:00	2	17.00	0.50	0.54	54	1598.40
17	11/06/2019	15:00	3	16.80	0.20	0.216	21.6	1620.00
18	12/06/2019	15:00	4	16.50	0.30	0.324	32.4	1652.40
19	13/06/2019	15:00	5	16.20	0.30	0.324	32.4	1684.80
20	14/06/2019	15:00	6	15.80	0.40	0.432	43.2	1728.00
21	15/06/2019	15:00	7	15.50	0.30	0.324	32.4	1760.40
Agua Respuesta						1.760	1760.40	
21	15/06/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1760.40
22	16/06/2019	15:00	1	17.80	0.2	0.216	21.6	1782.00
23	17/06/2019	15:00	2	17.60	0.20	0.216	21.6	1803.60
24	18/06/2019	15:00	3	17.50	0.10	0.108	10.8	1814.40
25	19/06/2019	15:00	4	17.30	0.20	0.216	21.6	1836.00
26	20/06/2019	15:00	5	17.20	0.10	0.108	10.8	1846.80
27	21/06/2019	15:00	6	17.10	0.10	0.108	10.8	1857.60
28	22/06/2019	15:00	7	16.80	0.30	0.324	32.4	1890.00
Agua Respuesta						1.890	1890.00	
28	22/06/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
29	23/06/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
30	24/06/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
31	25/06/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
32	26/06/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
33	27/06/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
34	28/06/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
35	29/06/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
Agua Respuesta						1.890	1890.00	
35	29/06/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
36	30/06/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
37	01/07/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
38	02/07/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
39	03/07/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00

40	04/07/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
41	05/07/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
42	06/07/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
Agua Respuesta						1.890	1890.00	
42	06/07/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
43	07/07/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
44	08/07/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
45	09/07/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
46	10/07/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
47	11/07/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
48	12/07/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
49	13/07/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
Agua Respuesta						1.890	1890.00	
49	13/07/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
50	14/07/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
51	15/07/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
52	16/07/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
53	17/07/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
54	18/07/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
55	19/07/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
56	20/07/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
Agua Respuesta						1.890	1890.00	
56	20/07/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
57	21/07/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
58	22/07/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
59	23/07/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
60	24/07/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
61	25/07/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
62	26/07/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
63	27/07/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
Agua Respuesta						1.890	1890.00	
63	27/07/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
64	28/07/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
65	29/07/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
66	30/07/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
67	31/07/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
68	01/08/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
69	02/08/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
70	03/08/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
Agua Respuesta						1.890	1890.00	
70	03/08/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
71	04/08/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
72	05/08/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
73	06/08/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00

74	07/08/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
75	08/08/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
76	09/08/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
77	10/08/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
				Agua Respuesta	1.890		1890.00	
77	10/08/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
78	11/08/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
79	12/08/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
80	13/08/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
81	14/08/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
82	15/08/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
83	16/08/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
84	17/08/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
				Agua Respuesta	1.890		1890.00	
84	17/08/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
85	18/08/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
86	19/08/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
87	20/08/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
88	21/08/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
89	22/08/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
90	23/08/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
91	24/08/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
				Agua Respuesta	1.890		1890.00	
91	24/08/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
92	25/08/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
93	26/08/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
94	27/08/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
95	28/08/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
96	29/08/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
97	30/08/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
98	31/08/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
				Agua Respuesta	1.890		1890.00	
98	31/08/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
99	01/09/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
100	02/09/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
101	03/09/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
102	04/09/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
103	05/09/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
104	06/09/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
105	07/09/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
				Agua Respuesta	1.890		1890.00	
105	07/09/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
106	08/09/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
107	09/09/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00

108	10/09/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
109	11/09/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
110	12/09/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
111	13/09/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
112	14/09/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
				Agua Respuesta	1.890		1890.00	
112	14/09/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
113	15/09/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
114	16/09/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
115	17/09/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
116	18/09/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
117	19/09/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
118	20/09/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
119	21/09/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
				Agua Respuesta	1.890		1890.00	
119	21/09/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
120	22/09/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
121	23/09/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
122	24/09/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
123	25/09/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
124	26/09/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
125	27/09/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
126	28/09/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
				Agua Respuesta	1.890		1890.00	
126	28/09/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
127	29/09/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
128	30/09/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
129	01/10/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
130	02/10/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
131	03/10/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
132	04/10/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
133	05/10/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
				Agua Respuesta	1.890		1890.00	
133	05/10/2019	15:00	0	18.00	0	0	0	1890.00
134	06/10/2019	15:00	1	18.00	0	0	0	1890.00
135	07/10/2019	15:00	2	18.00	0.00	0	0	1890.00
136	08/10/2019	15:00	3	18.00	0.00	0	0	1890.00
137	09/10/2019	15:00	4	18.00	0.00	0	0	1890.00
138	10/10/2019	15:00	5	18.00	0.00	0	0	1890.00
139	11/10/2019	15:00	6	18.00	0.00	0	0	1890.00
140	12/10/2019	15:00	7	18.00	0.00	0	0	1890.00
				Agua Respuesta	1.890		1890.00	

La absorción del Muro se mantuvo desde el día 28 hasta el día 140, con 18 cm.

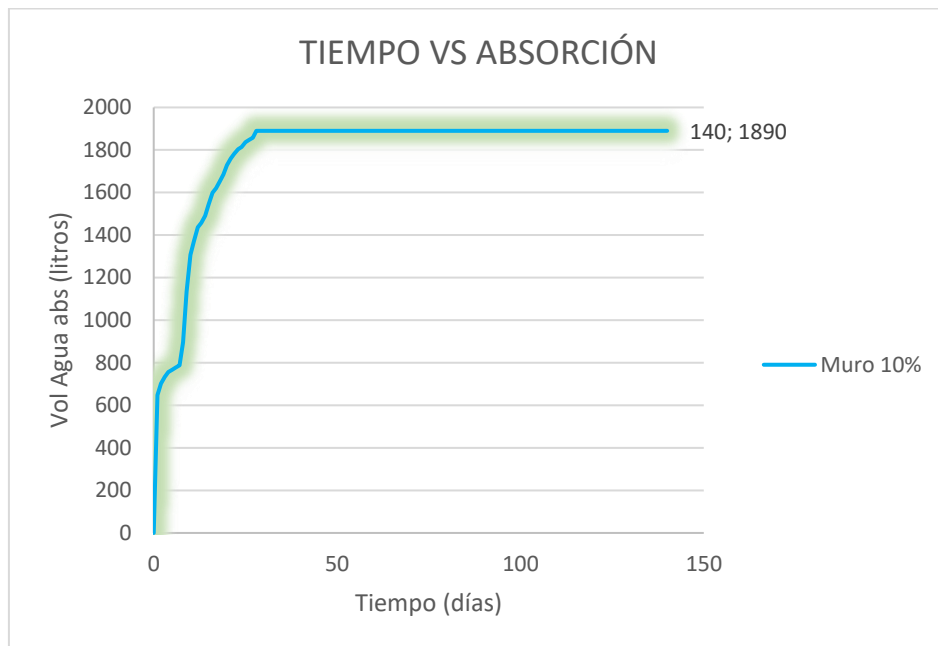


Fig. 160: Gráfica de Tiempo vs Absorción del muro durante el PPI

La absorción del muro de adobe con adición del 10% de cal y ceniza de carbón fue de 1890 litros durante 140 días, que fue el tiempo que duro sometido a la exposición de agua permanente.



Fig. 161: Derrumbe del Muro de adobe con adición del 10%



Fig. 162: Fotografía del día del derrumbe del Muro con adición del 10%

4.2.2.15. Ensayo con “Microscopio Electrónico de Barrido”

Como se mostró anteriormente en los resultados obtenidos del ensayo de Inundación Simulada el Muro de adición de 10% soportó 140 días en contacto con el agua, es por eso que al tener la necesidad de conocer su comportamiento química se realizó el ensayo de Microscopia Electrónica de Barrido.

Muestra de adobe con 10% de cal y ceniza de carbón

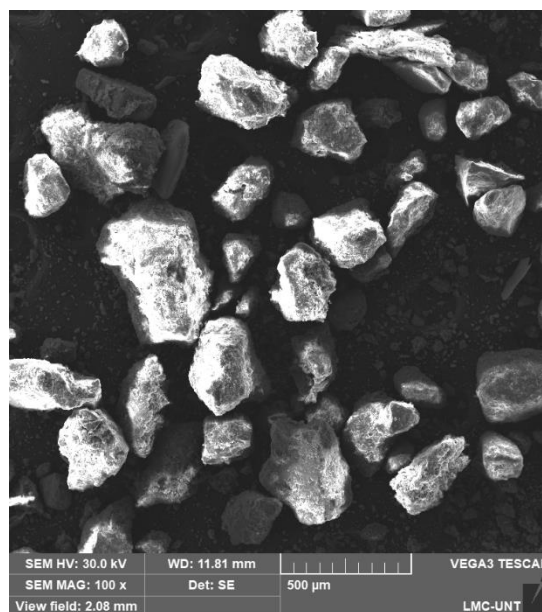


Fig. 163: Microscopia electrónica de barrido

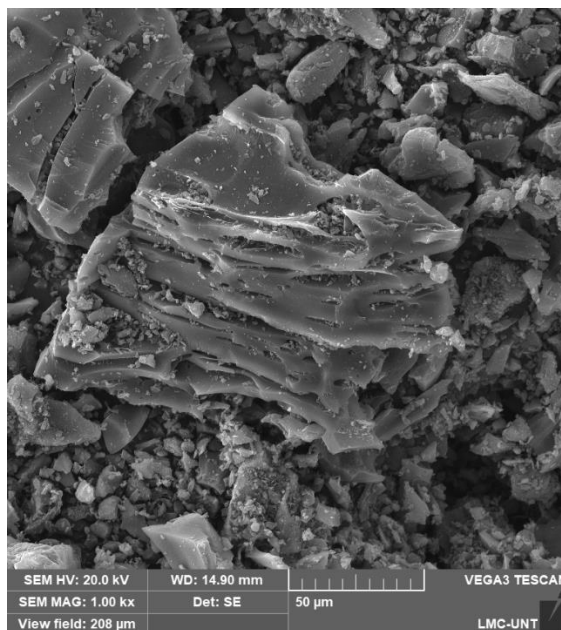


Fig. 164: Microscopía electrónica de barrido

Las microscopías electrónicas de barrido muestran la morfología de un suelo generalmente compuesto de arcillas y limo.

En la siguiente tabla se muestran los compuestos químicos encontrados en la muestra de adobe, entre los cuales se puede encontrar Oxido de Hierro, Oxido de Aluminio, Oxido de Magnesio, Oxido de Silicio, Oxido de Calcio, que son característicos de compuestos puzolánicos.

TABLA XC
Análisis de EDS

ELEMENTOS	OXIDOS	OXIDOS(%)
C	CO ₂	21.89
O	--	0
Na	Na ₂ O	0.57
Mg	MgO	0.95
Al	Al ₂ O ₃	17.65
Si	SiO ₂	46.61
K	K ₂ O	2.56
Ca	CaO	6.21
Ti	TiO ₂	0.39
Fe	FeO	3.17
Total		100.00

Nota: Se muestran los compuestos encontrados en la muestra de Adobe

4.3. Análisis Económico:

En este capítulo se realiza el análisis económico, en el cuál se tuvo en cuenta el análisis de precios unitarios de cada unidad de adobe normal y cada unidad de adobe con la adición de 10% de cal y ceniza de carbón. También el precio por m² de la construcción de muros de adobe convencional y muros de adobe con adición de 10% de cal y ceniza de carbón.

Para el desarrollo de este análisis se tomó en cuenta el módulo de vivienda propuesto en el libro: “Construcción de casas saludables y sismo resistentes de Adobe Reforzado con geomallas” en la zona de la costa. Este libro muestra la propuesta de construcción de viviendas de adobe, explicando los procedimientos y algunas recomendaciones a tener en cuenta en el proceso de fabricación de las unidades de adobe y en la construcción de casas hechas de este material.

En la siguiente figura se muestra la distribución de ambientes en el módulo de vivienda, el cual consta de dos salas de uso múltiple y dos dormitorios.

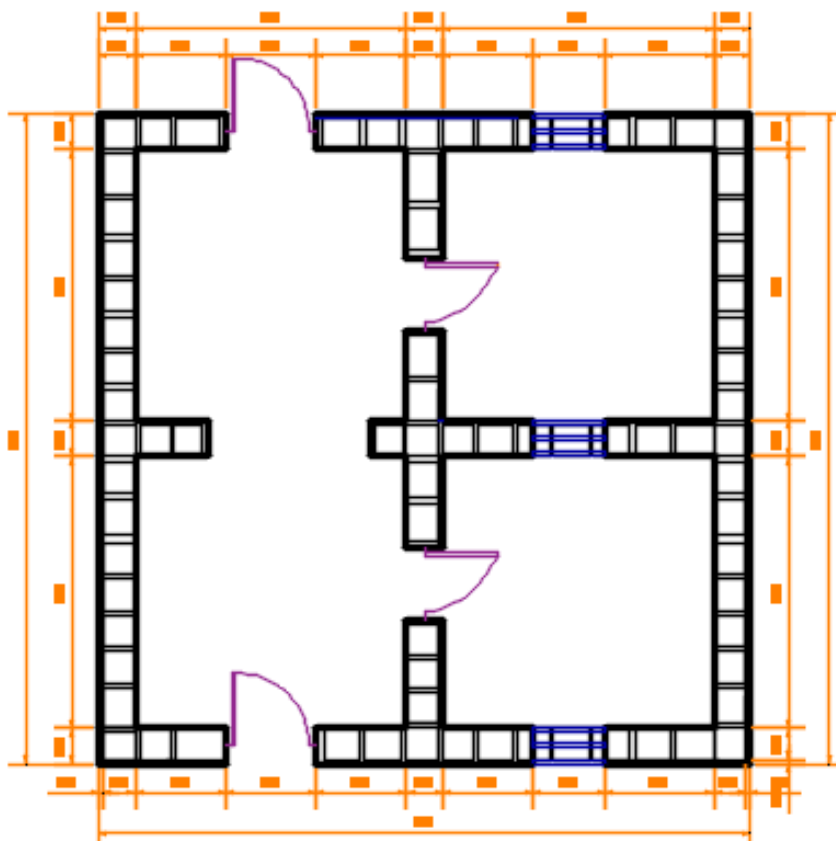


Fig. 165: Plano de vivienda tipo costa

El detalle de los muros de este módulo se presenta en la siguiente figura:

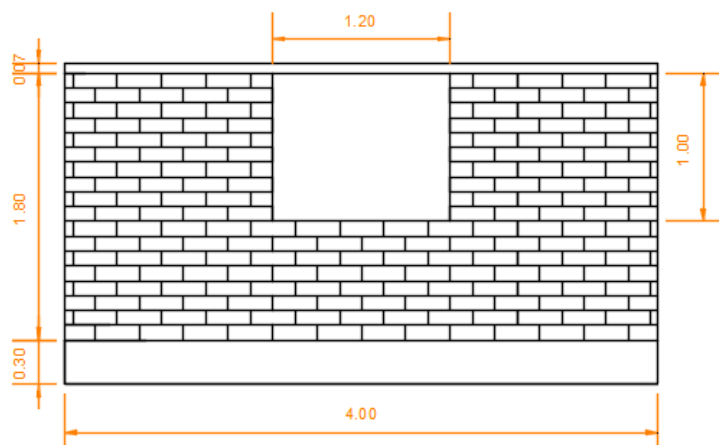


Fig. 166: Detalle de muros con ventana en el módulo de vivienda

4.3.1. Análisis de Costos Unitarios

Se consideró las partidas que solo sean afectadas o manipuladas en esta investigación, las cuales son solamente los muros, y esto implica desde la fabricación de las unidades de adobe con el porcentaje de cal y ceniza de carbón elegido y la construcción de los muros con estos adobes.

Para la construcción de muros por m², en primer lugar se hizo el análisis de costos unitarios de cada unidad de adobe, obteniéndose el siguiente resultado, el cual se encuentra detallado en el anexo correspondiente.

TABLA XCI
Resultado de costo por unidad del Adobe entre 0 y 10%

COSTO DE FABRICACIÓN POR UNIDAD DE ADOBE			
Adobe convencional		Adobe 10% de cal y ceniza de carbón	
Costo Unitario	0.30	Costo Unitario	0.90

Con estos datos se calculó el costo de fabricación de las unidades de adobe por millar:

TABLA XCII
Resultado de costo por millar de adobe

COSTO DE FABRICACIÓN MILLAR DE ADOBE			
Muro con Adobe convencional		Muro Adobe 10% de cal y ceniza de carbón	
COSTO POR M2	221.45	COSTO POR M2	587.41

Con este dato, se procedió a realizar el costo por m2 de muros

TABLA XCIII
Resultado de costo por m2 del muro de adobes entre 0 y 10%

COSTO POR M2 DE MURO			
Muro con Adobe convencional		Muro Adobe 10% de cal y ceniza de carbón	
COSTO POR M2	52.88	COSTO POR M2	64.83

4.3.2. Partidas del Módulo de vivienda de Adobe

En esta parte se consideró el costo por unidad, costo por millar, y costo por m2 de muros, afectado por el metrado que se efectuó siguiendo el módulo que se explicó anteriormente en la figura 220.

Resaltando que solo se realizó el metrado en los muros, porque son los únicos que son afectados en este proyecto. Los resultados son los siguientes:

TABLA XCIV
Resultado de Partidas de vivienda de adobe

		Und	Metrado	Costo	Parcial
01.00.00	Fabricación de unidades de adobes				
01.01.00	Fabricación de adobes convencionales	millar	1	221.45	221.45
01.02.00	Fabricación de adobes con 10% de cal y ceniza de carbón	millar	1	587.41	587.41
02.00.00	Fabricación de Muros				
02.01.00	Muro de Adobe convencional	m2	72.24	52.88	3820.12
02.02.00	Muro de Adobe con 10% de cal y ceniza de carbón	m2	72.24	64.83	4683.32
03.00.00	Cimentación				
03.01.00	Encofrado para Sobrecimientos	m2	18.84	34.45	649.10
03.02.00	Concreto Simple para Sobrecimientos	m3	9.42	718.80	6771.05

4.3.3. Presupuesto Total

Al realizar la comparación del proyecto con ambas opciones, es decir, la construcción de muros de una vivienda con muros de adobe convencional, y la de una vivienda con muros de adobe con adición de 10% de cal y cenizas de carbón. Se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA XCV
Resultados del costo de vivienda

DESCRIPCIÓN	
VIVIENDA CON ADOBE CONVENCIONAL	incremento
S/ 11,240.27	0%
VIVIENDA CON ADOBE 10%	
S/ 12,103.47	8%

Se muestra que la vivienda de adobe convencional tiene un costo de S/.11, 240.27 y la vivienda de adobe con adición de 10% de cal y cenizas de carbón tiene un costo de S/. 12,103.47.

La variación de costos de la construcción de solo muros es la siguiente:

TABLA XCVI
Comparación de costos en la construcción de muros

DESCRIPCIÓN		
MUROS CON ADOBE CONVENCIONAL	S/ 3,820.12	0%
MUROS CON ADOBE ESTABILIZADO AL 10%	S/ 4,683.32	23%

Pero el presupuesto final de la vivienda que incluye desde la cimentación, es decir, el sobrecimiento, y la construcción de muros, es el siguiente:

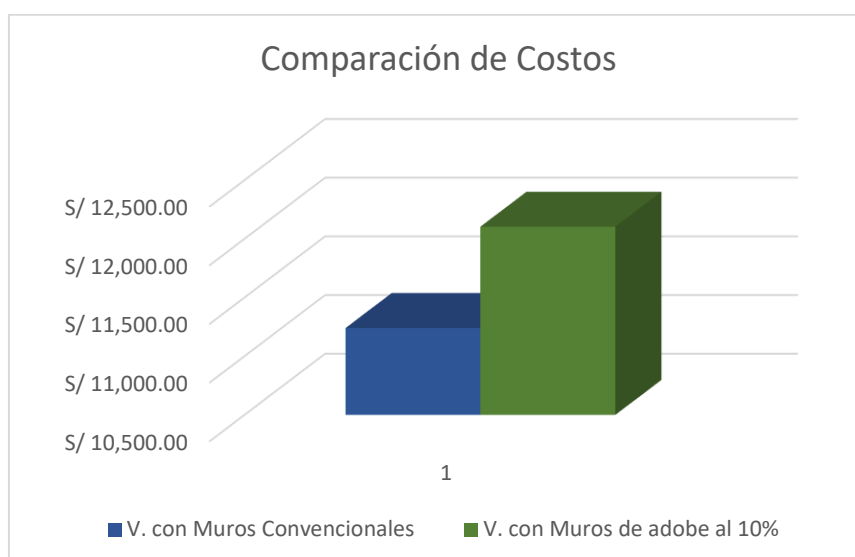


Fig. 167: Comparación de Costos

Con los datos se demuestra que la variación en la construcción de muros con adobe normal y muros con adobe con adición del 10% es de 23%. Pero se realizó la comparación general de toda la vivienda obteniendo los datos mostrados en la figura 222, que muestra que el costo de la vivienda de adobe normal y la vivienda de adobes con la adición del 10% de cal y cenizas de carbón es de 8%.

4.4. Análisis Estadístico

Como parte del desarrollo de esta investigación se desarrolló el análisis estadístico al ser una investigación de tipo experimental, con el fin de proporcionar los datos o resultados obtenidos con las medidas de tendencia central.

4.4.1. Distribución de las muestras

En el siguiente gráfico se muestra la representación de la cantidad de muestras de cada ensayo respecto a la población total de unidades de adobes.

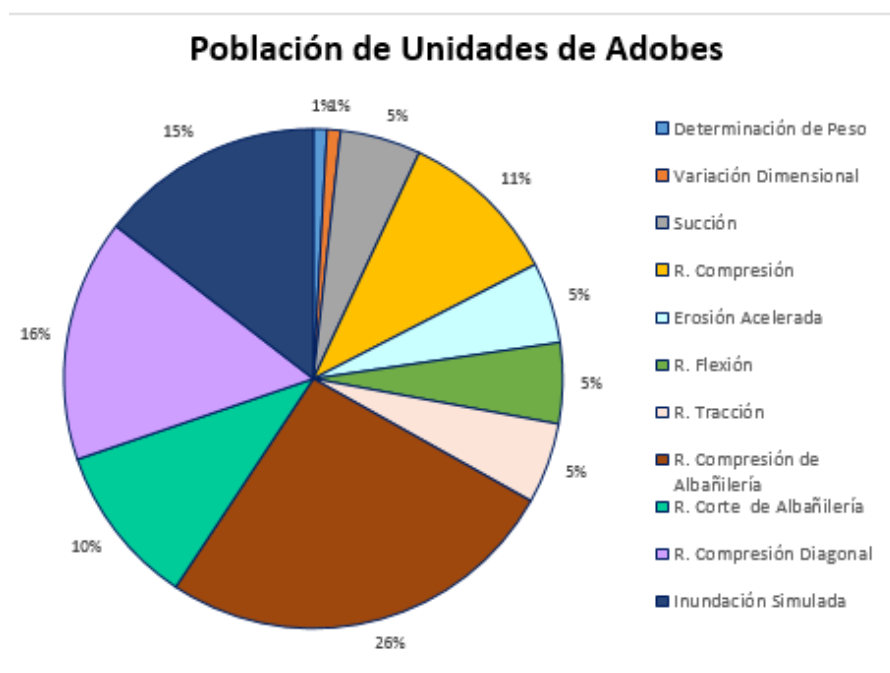


Fig. 168: Gráfico de Representación de muestras respecto a la Población total

4.4.2. Ensayo de Determinación de Peso

TABLA XCVII
Medidas de Tendencia Central

MUESTRA	PESO	MEDIA	MEDIANA
Muestra 1	8.76	8.40	8.14
Muestra 2	8.23		
Muestra 3	8.05		
Muestra 4	8.23		
Muestra 5	8.64		
Muestra 6	8.48		

Nota: Se muestra el valor de media y mediana obtenidas del análisis

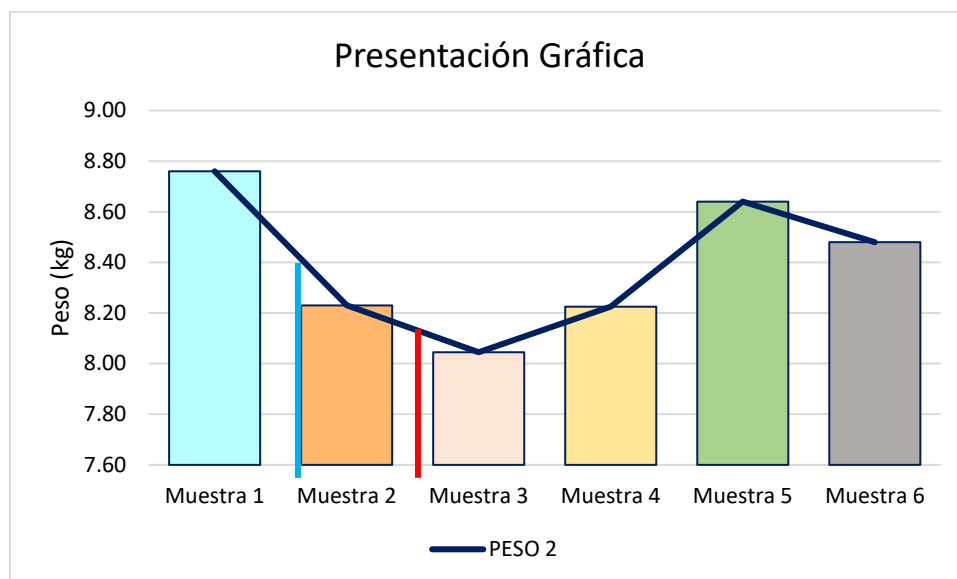


Fig. 169 Presentación Gráfica de las medidas de Dispersión

Como se presenta en la figura, la media (línea celeste) cuyo valor es 8.40 kg representa el centro de los datos obtenidos y es el valor representativo de todas las muestras. La mediana (línea roja) es el punto medio, en este caso es 8.14 kg.

Para el caso de las medidas de dispersión: la varianza tiene un valor 0.06 y la desviación estándar de 0.25.

TABLA XCVIII
Medidas de Dispersión

PROMEDIO	8.40
VARIANZA	0.06
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.25
MÁXIMO	8.76
MÍNIMO	8.05

TABLA XCIX
Elementos de Gráfica de Desviación Estandar

GRÁFICA			
PESO(KG)	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
8.76	8.40	8.65	8.15
8.23	8.40	8.65	8.15
8.05	8.40	8.65	8.15
8.23	8.40	8.65	8.15
8.64	8.40	8.65	8.15
8.48	8.40	8.65	8.15

En la siguiente figura, la línea verde representa el peso de las muestras, la línea naranja representa el promedio que 8.40 kg, la línea azul representa el límite superior de desviación cuyo valor 8.65 kg , la línea amarilla representa el límite inferior de desviación de valor 8.15 kg. La desviación estándar indica que hay 0.25 kg por arriba y por debajo del promedio de 8.40 kg, es decir los valores que se encuentran en el límite máximo (línea azul) y el límite mínimo (línea amarilla) son valores normales. Sin embargo, existen dos valores que están fuera de estos límites.



Fig. 170: Gráfica de Desviación estándar del peso de las muestras

4.4.3. Ensayo de Variación Dimensional

En este caso se evaluaron las tres dimensiones de largo, ancho y alto de las unidades de adobe

Tabla C

Medidas de Tendencia Central- Variación Dimensional

MUESTRA	LARGO	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA 1	30.11	29.68	29.56
MUESTRA 2	29.92		
MUESTRA 3	29.46		
MUESTRA 4	29.65		
MUESTRA 5	29.67		
MUESTRA 6	29.29		

Nota: Se muestra el valor de media y mediana obtenidas del largo de las muestras

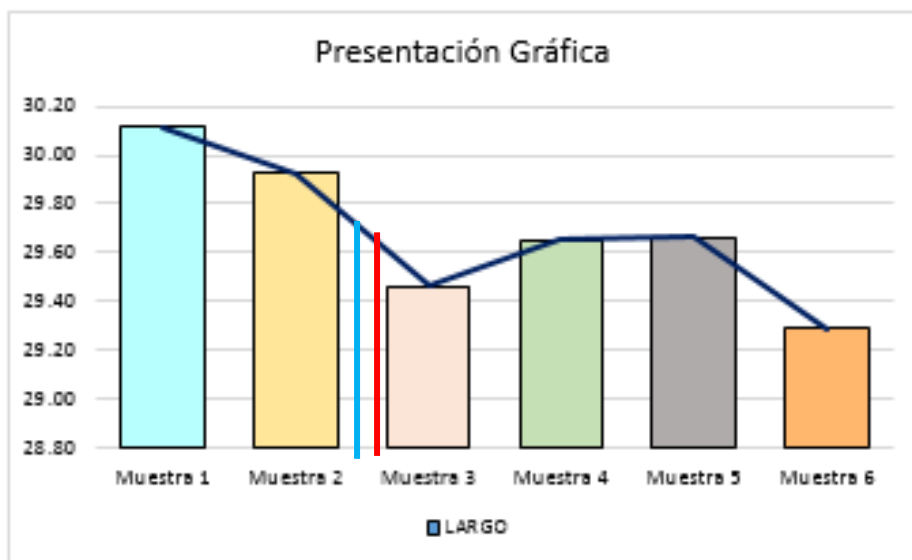


Fig. 171 Presentación Gráfica de las medidas de Dispersión

Como se muestra en la figura, la media (línea celeste) cuyo valor es 29.68 cm representa el centro de los datos obtenidos y es el valor representativo de todas las muestras. La mediana (línea roja) es el punto medio, en este caso es 29.56 cm que indica que la mitad de los valores obtenidos están por debajo y por encima de 29.56 cm.

Para el caso de las medidas de dispersión como la varianza y la desviación estándar, lo valores calculados son:

TABLA CI
Medidas de Dispersión Ensayo de Variación Dimensional

PROMEDIO	29.68
VARIANZA	0.07
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.27
MÁXIMO	30.11
MÍNIMO	29.29

Nota: Se muestra el valor de media y mediana obtenidas del análisis

Se señala que el valor de la desviación estándar es de 0.27, al ser un valor relativamente bajo indica que los valores no son dispersos.

Como se muestra en la siguiente tabla, de los valores obtenidos del ensayo de variación dimensional de las seis muestras ensayadas, se conoce que el promedio del largo es de 29.68 cm.

TABLA CII
Elementos de Gráfica de Desviación Estándar

GRÁFICA			
LARGO (cm)	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
30.11	29.68	29.96	29.41
29.92	29.68	29.96	29.41
29.46	29.68	29.96	29.41
29.65	29.68	29.96	29.41
29.67	29.68	29.96	29.41
29.29	29.68	29.96	29.41

Asimismo en la siguiente figura, la línea verde representa las dimensiones del largo de las muestras, la línea naranja representa el promedio que es 29.68 cm, la línea azul representa el límite superior de desviación cuyo valor es 29.96 cm la línea amarilla representa el límite inferior de desviación de valor 29.41 cm. La desviación estándar indica que hay 0.27 cm arriba y por debajo del promedio de 29.68 cm, es decir los valores que se encuentran en el límite máximo (línea azul) y el límite mínimo (línea amarilla) son valores normales. Sin embargo, existen dos valores que están fuera de estos límites.



Fig. 172: Gráfica de Desviación estándar del Largo de las Muestras

TABLA CIII
Medidas de Tendencia Central

MUESTRA	ANCHO	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA 1	20.15	19.85	19.73
MUESTRA 2	20.17		
MUESTRA 3	19.73		
MUESTRA 4	19.74		
MUESTRA 5	19.66		
MUESTRA 6	19.68		

Nota: Se muestra el valor de media y mediana obtenidas del ancho de las muestras

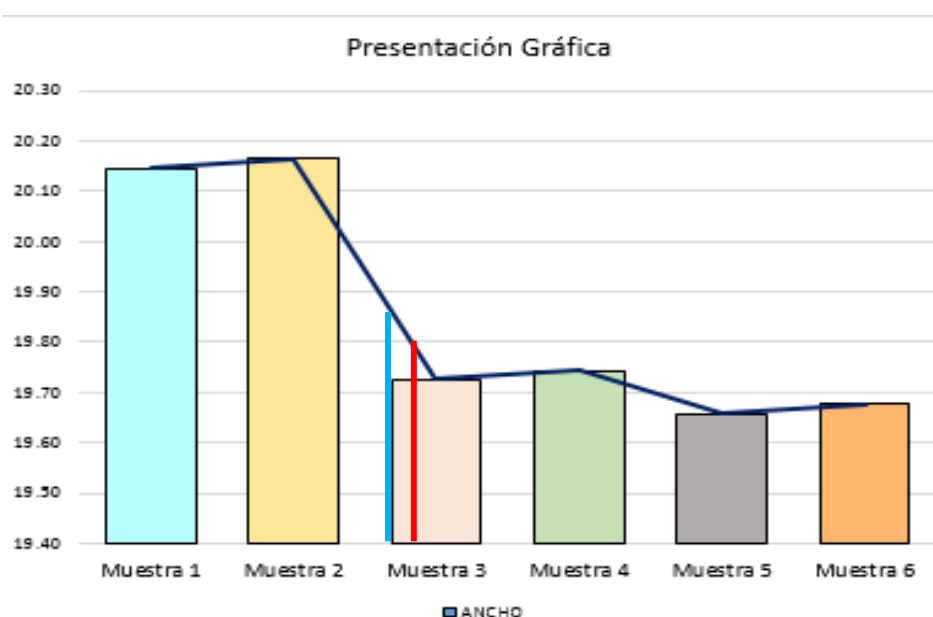


Fig. 173: Presentación Gráfica de Medidas de Tendencia Central

Como se muestra en la figura, la media (línea celeste) cuyo valor es 19.85 cm representa el centro de los datos obtenidos y es el valor representativo de todas las muestras. La mediana (línea roja) es el punto medio, en este caso es 19.73 cm que indica que la mitad de los valores obtenidos están por debajo y por encima de 19.73 cm.

TABLA CIV
Medidas de Dispersión

PROMEDIO	19.85
VARIANZA	0.05
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.22
MÁXIMO	20.17
MÍNIMO	19.66

Nota: Se muestra el valor de media y mediana obtenidas del análisis

Se determina que el valor de la desviación estándar es de 0.22, al ser un valor relativamente bajo indica que los valores no están dispersos.

Como se muestra en la siguiente tabla, de los valores obtenidos del ensayo de variación dimensional de las seis muestras ensayadas, se conoce que el promedio del ancho es de 19.85 cm.

TABLA CV
Elementos de Gráfica de Desviación Estándar

GRÁFICA			
LARGO (cm)	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
20.15	19.85	20.07	19.64
20.17	19.85	20.07	19.64
19.73	19.85	20.07	19.64
19.74	19.85	20.07	19.64
19.66	19.85	20.07	19.64
19.68	19.85	20.07	19.64

Asimismo en la siguiente figura, la línea verde representa las dimensiones del ancho de las muestras, la línea naranja representa el promedio que es 19.85cm, la línea azul representa el límite superior de desviación cuyo valor es 20.07 cm la línea amarilla representa el límite inferior de desviación de valor 19.64 cm. La desviación estándar indica que hay 0.22 cm arriba y por debajo del promedio de 19.85 cm, es decir los valores que se encuentran en el límite máximo (línea azul) y el límite mínimo (línea amarilla) son valores normales. Sin embargo, existen dos valores que están fuera de estos límites.

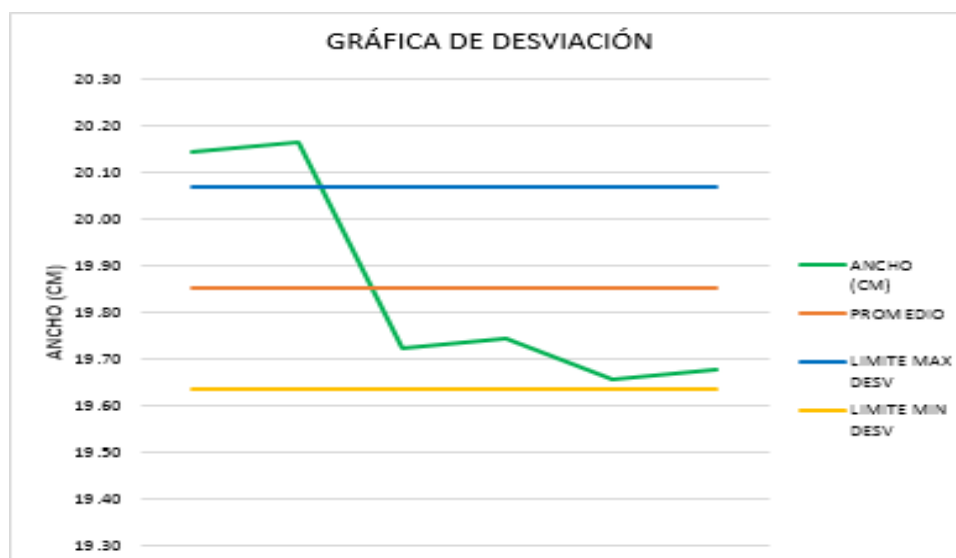


Fig. 174: Gráfica de Desviación Estándar del ancho de las muestras

TABLA CVI
Medidas de Tendencia central

MUESTRA	ALTURA	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA 1	8.29	8.02	8.06
MUESTRA 2	7.83		
MUESTRA 3	8.06		
MUESTRA 4	8.07		
MUESTRA 5	8.58		
MUESTRA 6	7.30		

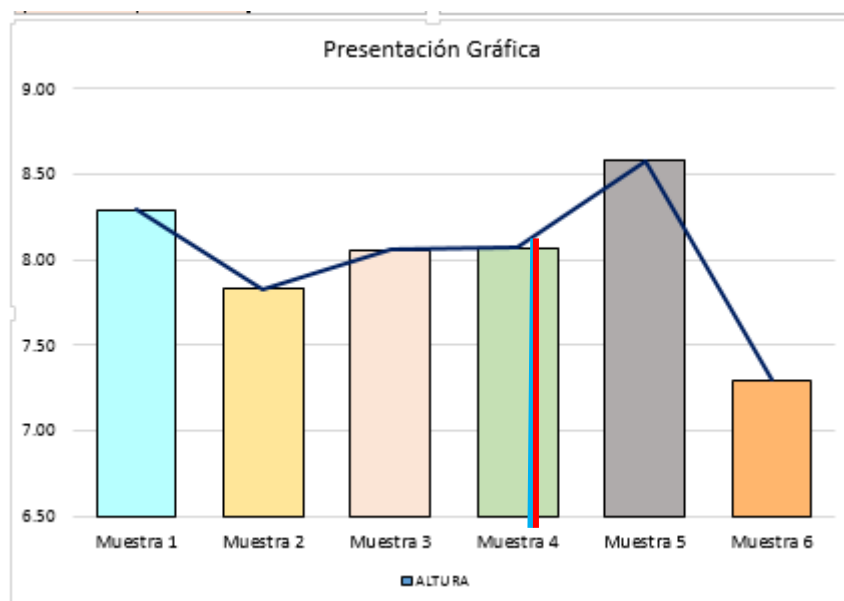


Fig. 175: Presentación Gráfica

Como se muestra en la figura, la media (línea celeste) cuyo valor es 8.05 cm representa el centro de los datos obtenidos y es el valor representativo de todas las muestras. La mediana (línea roja) es el punto medio, en este caso es 8.06 cm que indica que la mitad de los valores obtenidos están por debajo y por encima de 8.06 cm. Asimismo ambos valores no están lejanos, lo cual indica que es una distribución simétrica, al coincidir la media y la mediana.

TABLA CVII
Medidas de Dispersión

PROMEDIO	8.02
VARIANZA	0.16
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.40
MÁXIMO	8.58
MÍNIMO	7.30

TABLA CVIII
Elementos de Gráfica de Desviación Estándar

GRÁFICA			
ALTURA (CM)	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
8.29	8.02	8.42	7.62
7.83	8.02	8.42	7.62
8.06	8.02	8.42	7.62
8.07	8.02	8.42	7.62
8.58	8.02	8.42	7.62
7.30	8.02	8.42	7.62

En la siguiente figura, la línea verde representa las dimensiones del alto de las muestras, la línea naranja representa el promedio que es 8.02 cm, la línea azul representa el límite superior de desviación cuyo valor es 8.42 cm, la línea amarilla representa el límite inferior de desviación de valor 7.62 cm. La desviación estándar indica que hay 0.40 cm arriba y por debajo del promedio de 8.02 cm, es decir los valores que se encuentran en el límite máximo (línea azul) y el límite mínimo (línea amarilla) son valores normales. Sin embargo, existen dos valores que están fuera de estos límites.

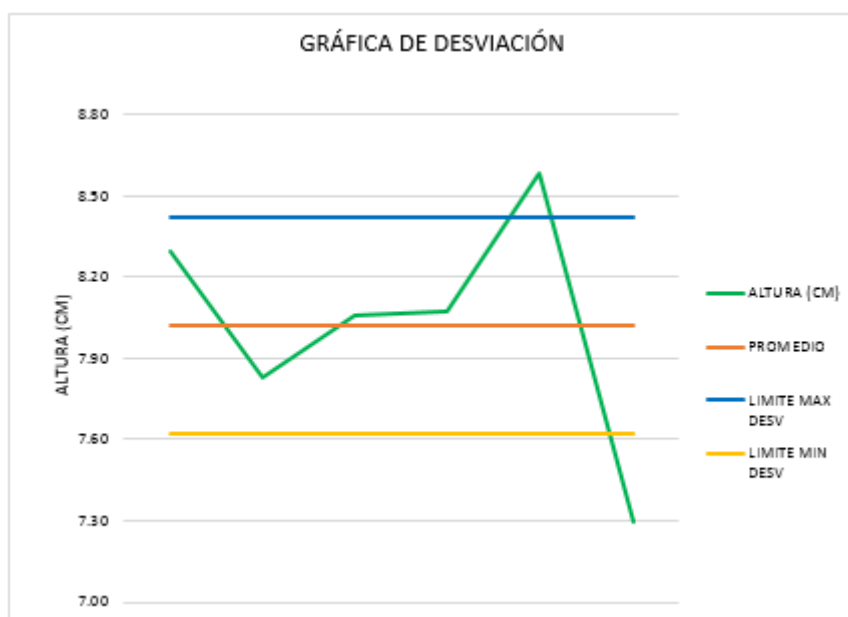


Fig. 176: Gráfica de Desviación Estándar del alto de las muestras

4.4.4. Ensayo de Succión

Tabla CIX

Medidas de Tendencia Central de los Valores del Ensayo de Succión

MUESTRA	SUCCIÓN	MEDIA	MEDIANA
Muestra Patrón	-3.93	2.78	2.82
Muestra 3%	-1.26		
Muestra 5%	1.47		
Muestra 8%	4.17		
Muestra 10%	7.79		
Muestra 12%	8.43		

Nota: Se muestra el valor de media y mediana obtenidas del análisis

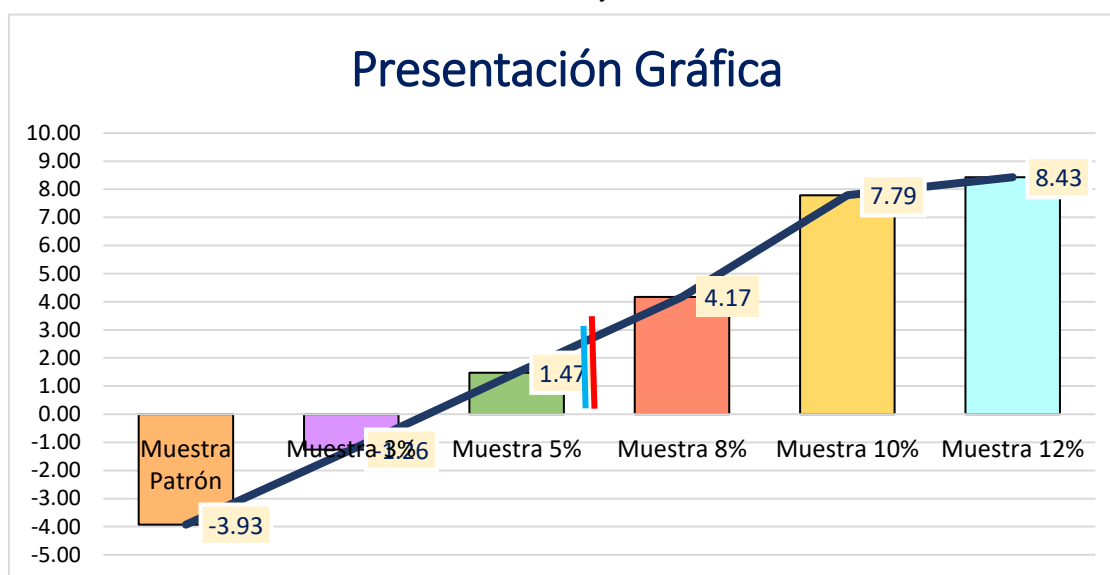


Fig. 177: Presentación Gráfica de las medidas de Dispersión

Como se muestra en la figura, la media (línea celeste) cuyo valor es 2.78 representa el centro de los datos obtenidos y es el valor representativo de todas las muestra. La mediana (línea roja) es el punto medio, en este caso es 2.82 que indica que la mitad de los valores obtenidos están por debajo y por encima de este valor.

Asimismo se puede observar que ambos valores no son similares, por lo tanto es una distribución no simétrica, es asimétrica hacia la izquierda.

Las medidas de dispersión son la varianza y la desviación estándar, permitirán conocer el índice de dispersión de los valores de las muestras ensayadas. En este caso el valor de la desviación estándar es de 4.51, este valor indica que los datos son dispersos, tres datos están fuera de los límites de desviación.

TABLA CX
Medidas de Dispersión de los Valores del Ensayo de Succión

PROMEDIO	2.78
VARIANZA	20.32
DESVIACIÓN ESTANDAR	4.51
MÁXIMO	8.43
MÍNIMO	-3.93

TABLA CXI
Elementos de gráfica de desviación estándar

GRÁFICA			
SUCCIÓN	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
-3.93	2.78	7.29	-1.73
-1.26	2.78	7.29	-1.73
1.47	2.78	7.29	-1.73
4.17	2.78	7.29	-1.73
7.79	2.78	7.29	-1.73
8.43	2.78	7.29	-1.73

Como se muestra en la tabla anterior, de los valores obtenidos del ensayo de succión, evaluando el valor promedio de las 5 dosificaciones (3%,5%, 8%, 10%, 12%) además del valor obtenido del adobe normal, se realizó el cálculo de los elementos de desviación para conocer el nivel de dispersión.

Así como se muestra en la siguiente figura, la línea verde representa los valores de succión de las muestras, la línea naranja representa el promedio que es 2.78 gr/min, la línea azul representa el límite superior de desviación cuyo valor es 7.29 gr/min la línea amarilla representa el límite inferior de desviación de valor -1.73 gr/min. La desviación estándar indica que hay 4.5 gr/min arriba y por debajo del promedio de 3 gr/min, es decir los valores que se encuentran en el límite máximo (línea azul) y el límite mínimo (línea amarilla) son valores de succión normales. Sin embargo, existen tres valores de succión que están fuera de estos límites.



Fig. 178: Gráfica de Desviación Estándar –Ensayo de Succión

4.4.5. Ensayo de Erosión Acelerada

Para este ensayo se tuvo en cuenta el promedio de los resultados de cada dosificación, incluyendo el adobe normal o muestra patrón.

TABLA CXII
Medidas de Tendencia Central

MUESTRA	OQUEDAD	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA PATRÓN	43.53	30.82	33.37
MUESTRA 3 %	38.66		
MUESTRA 5%	34.51		
MUESTRA 8%	32.23		
MUESTRA 10%	18.33		
MUESTRA 12%	17.69		

Como se muestra en la tabla la media es de 30.82 mm y la mediana es de 33.37 mm.

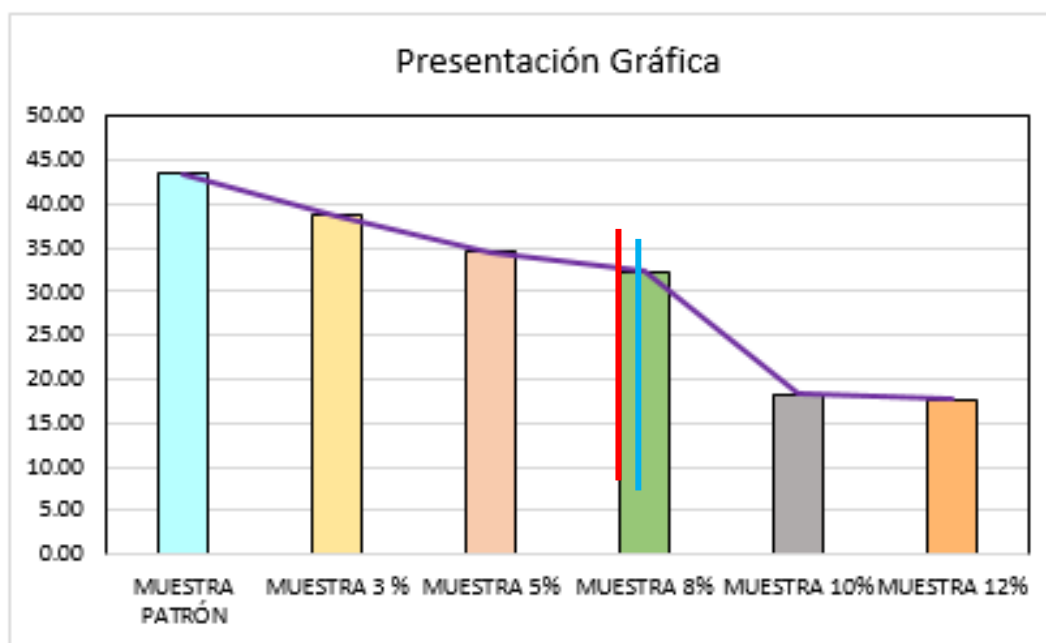


Fig. 179: Presentación gráfica de medidas de dispersión

En la figura mostrada, la línea celeste representa la media y la línea roja representa la mediana, en este caso los valores no son cercanos, por lo tanto los datos no son simétricos.

TABLA CXIII
Medidas de Dispersión

PROMEDIO	30.82
VARIANZA	94.49
DESVIACIÓN ESTANDAR	9.72
MÁXIMO	43.53
MÍNIMO	17.69

La varianza es 94.49 mm y la desviación estándar es 9.72 mm, Al ser un valor alto indica que los datos están muy dispersos. El valor máximo obtenido es de 43.53 mm y el mínimo es 17.69 mm.

TABLA CXIV
Elementos de Gráfica de Desviación

GRÁFICA			
OQUEDAD	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
43.53	30.82	40.55	21.10
38.66	30.82	40.55	21.10
34.51	30.82	40.55	21.10
32.23	30.82	40.55	21.10
18.33	30.82	40.55	21.10
17.69	30.82	40.55	21.10

En la siguiente figura, la línea verde representa los valores de oquedad del ensayo de erosión, la línea naranja representa el promedio que es 30.82 mm, la línea azul representa el límite superior de desviación cuyo valor es 40.55 mm la línea amarilla representa el límite inferior de desviación de valor 21.10 mm. La desviación estándar indica que hay 9.72 mm arriba y por debajo del promedio de 30.82 mm, es decir los valores que se encuentran en el límite máximo (línea azul) y el límite mínimo (línea amarilla) son valores de oquedad normales. Sin embargo, existen tres valores de oquedad que están fuera de estos límites.

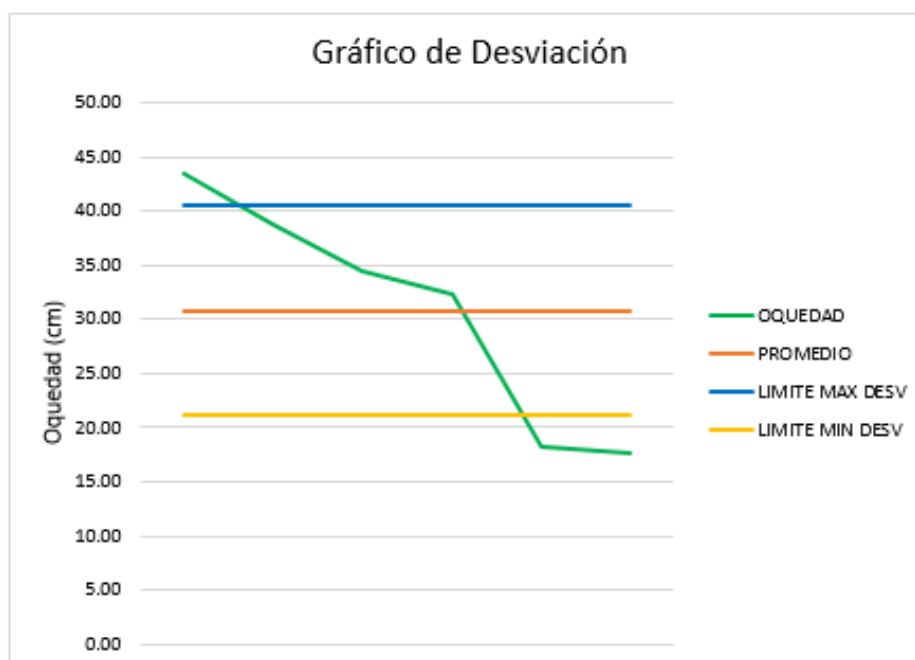


Fig. 180: Gráfico de Desviación Estándar

4.4.6. Ensayo de Resistencia a Compresión

Se evaluaron los resultados del ensayo a compresión a los 28 días

TABLA CXV
Medidas de Tendencia Central

MUESTRA	Resistencia	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA PATRÓN	9.50	12.77	12.88
MUESTRA 3 %	11.59		
MUESTRA 5%	12.25		
MUESTRA 8%	13.50		
MUESTRA 10%	15.00		
MUESTRA 12%	14.75		

Las medidas de tendencia central, la media y mediana son 12.77 kg/cm y 12.88 kg/cm² respectivamente.

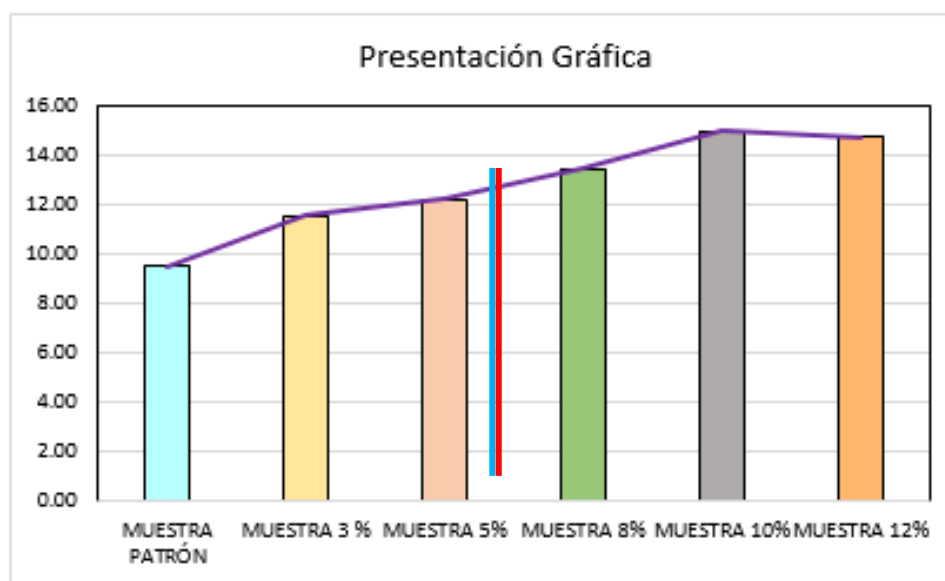


Fig. 181: Presentación Gráfica de las medidas de tendencia central

La línea celeste representa la media y la línea roja representa la mediana, en este caso ambos valores tienen una ligera diferencia, por lo tanto la distribución es asimétrica.

TABLA CXVI
Medidas de Dispersión

PROMEDIO	12.77
VARIANZA	3.63
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.91
MÁXIMO	15.00
MÍNIMO	9.50

Como se muestra en la tabla, los valores de las medidas de dispersión como la desviación estándar y la varianza, al tener un valor bajo indica que los valores no son muy dispersos.

TABLA CXVII
Elementos de Gráfica de Desviación

GRÁFICA			
OQUEDAD	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
9.50	12.77	14.67	10.86
11.59	12.77	14.67	10.86
12.25	12.77	14.67	10.86
13.50	12.77	14.67	10.86
15.00	12.77	14.67	10.86
14.75	12.77	14.67	10.86



Fig. 182: Gráfica de Desviación Estándar

En la figura, la línea verde representa los valores de resistencia a compresión de las muestras ensayadas, la línea naranja representa el promedio, la línea azul representa el límite máximo de desviación que es 14.67 kg/cm², y la línea amarilla representa el límite mínimo de desviación que es 10.86 kg/cm².

La desviación estándar indica el nivel de dispersión de los datos, al tener un valor bajo indica que los datos no son dispersos y que existen valores de resistencia de 1.91 kg/cm por encima y por debajo del promedio que es 12.77 kg/cm². Es decir según la figura mostrada anteriormente, los valores que se encuentren entre los límites (línea azul y línea amarilla) son valores de resistencia normales. Sin embargo existen dos valores máximos y un valor mínimo que se encuentran fuera de los límites.

4.4.7. Ensayo de Flexión

Se analizó el ensayo de flexión realizado a las unidades de adobe de 15x15x50. Teniendo en cuenta el promedio de los resultados de cada una de las cinco dosificaciones más el promedio de los resultados obtenidos del adobe normal.

TABLA CXVIII
Medidas de Tendencia central

MUESTRA	Resistencia	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA PATRÓN	1.62	1.16	1.19
MUESTRA 3 %	1.00		
MUESTRA 5%	1.42		
MUESTRA 8%	0.95		
MUESTRA 10%	0.82		
MUESTRA 12%	1.16		

Como se muestra en la tabla la media es de 1.16 kg/cm² y la mediana es de 1.19 kg/cm².

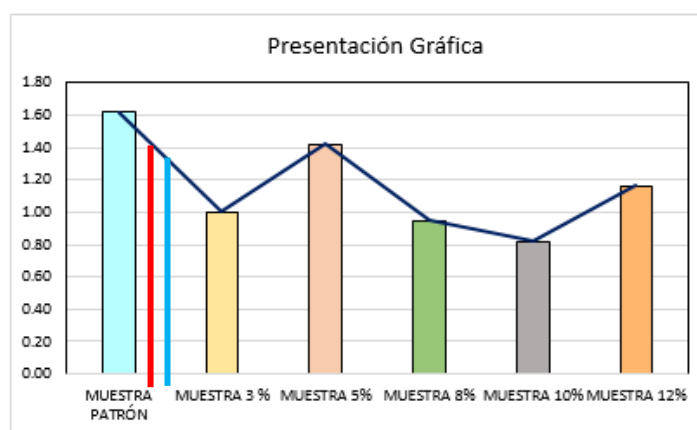


Fig. 183: Presentación Gráfica de las medidas de tendencia central

Los valores de la media y la mediana no son tan lejanos por lo tanto la distribución es simétrica.

TABLA CXIX
Medidas de Dispersión

PROMEDIO	1.16
VARIANZA	0.08
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.28
MÁXIMO	1.62
MÍNIMO	0.82

Las medidas de dispersión como se observa indican que los valores no están dispersos y se comprueba porque el valor de la desviación estándar es 0.28, que es un valor relativamente bajo.

TABLA CXX
Elementos de Gráfica de Desviación

GRÁFICA			
R. Flexión	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
1.62	1.16	1.44	0.88
1.00	1.16	1.44	0.88
1.42	1.16	1.44	0.88
0.95	1.16	1.44	0.88
0.82	1.16	1.44	0.88
1.16	1.16	1.44	0.88



Fig. 184: Gráfica de Desviación Estándar

En la figura, la línea verde representa los valores de resistencia a flexión de las muestras ensayadas, la línea naranja representa el promedio, la línea azul representa el límite máximo de desviación que es 1.44 kg/cm², y la línea amarilla representa el límite mínimo de desviación que es 0.88 kg/cm².

La desviación estándar indica que existen valores de resistencia de 0.28 kg/cm² por encima y por debajo del promedio que es 1.16 kg/cm². Es decir según la figura mostrada anteriormente, los valores que se encuentre entre los límites (línea azul y línea amarilla) son valores de resistencia normales. Sin embargo existen dos valores máximos y un valor mínimo que se encuentran fuera de los límites.

4.4.8. Ensayo de Tracción

Para el análisis se tiene en cuenta las muestras ensayadas para el ensayo de tracción.

TABLA CXXI
Medidas de Tendencia Central

MUESTRA	Resistencia	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA PATRÓN	2.27	1.93	1.91
MUESTRA 3 %	1.58		
MUESTRA 5%	1.94		
MUESTRA 8%	1.87		
MUESTRA 10%	2.01		
MUESTRA 12%	1.88		

Las medidas de tendencia central como la media y la mediana son 1.93 kg/cm² y 1.91 kg/cm² respectivamente. Siendo valores cercanos indica que la distribución es simétrica.

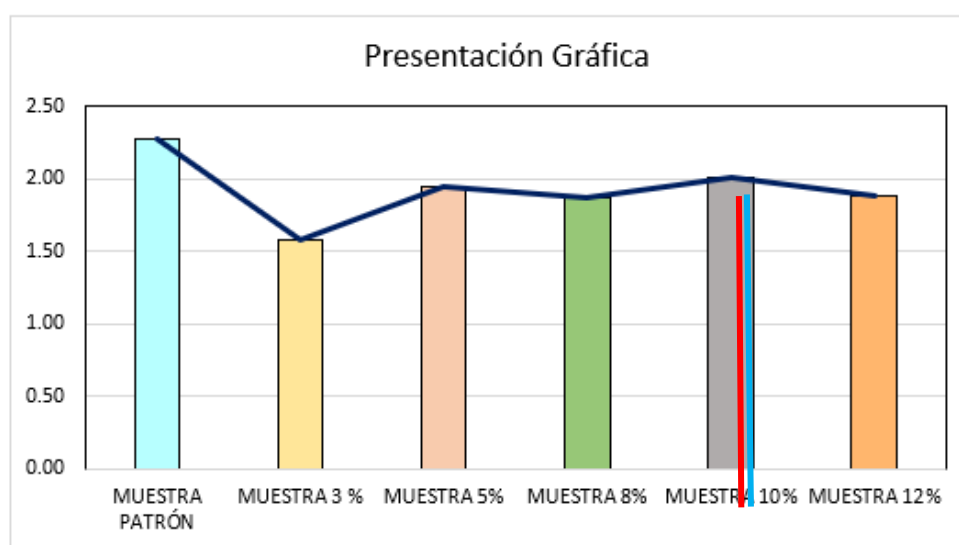


Fig. 185: Presentación Gráfica de las Medidas de Tendencia Central

La línea celeste representa la media y la línea roja representa la mediana.

TABLA CXXII
Medidas de Dispersión

PROMEDIO	1.93
VARIANZA	0.04
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.20
MÁXIMO	2.27
MÍNIMO	1.58

TABLA CXXIII
Elementos de Gráfica de Desviación

GRÁFICA			
RESISTENCIA	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
2.27	1.93	2.13	1.72
1.58	1.93	2.13	1.72
1.94	1.93	2.13	1.72
1.87	1.93	2.13	1.72
2.01	1.93	2.13	1.72
1.88	1.93	2.13	1.72

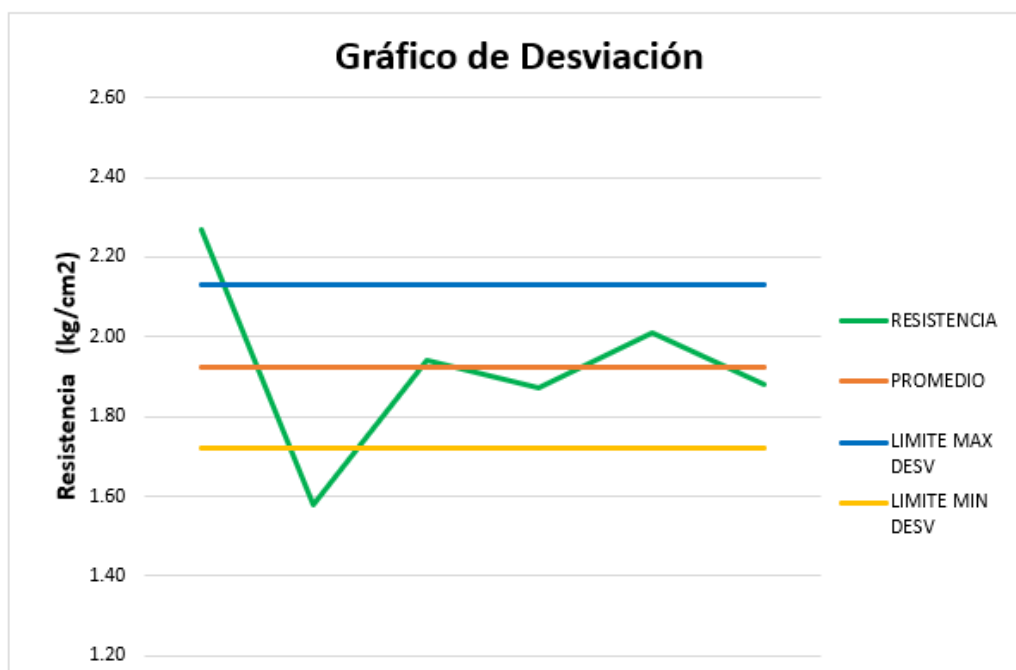


Fig. 186: Gráfica de Desviación Estándar

En la figura, la línea verde representa los valores de resistencia a tracción de las muestras ensayadas, la línea naranja representa el promedio, la línea azul representa el

límite máximo de desviación que es 2.13 kg/cm², y la línea amarilla representa el límite mínimo de desviación que es 1.72 kg/cm².

La desviación estándar indica que existen valores de resistencia de 0.20 kg/cm² por encima y por debajo del promedio que es 1.93 kg/cm². Es decir según la figura mostrada anteriormente, los valores que se encuentre entre los límites (línea azul y línea amarilla) son valores de resistencia normales. Sin embargo existen un valor máximo de 2.27 kg/cm² y un valor mínimo de 1.58 kg/cm² que se encuentran fuera de los límites.

4.4.9. Ensayo de Resistencia del Mortero a Tracción

TABLA CXXIV
Medidas de Tendencia Central

MUESTRA	Resistencia	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA PATRÓN	12.17	12.70	12.25
MUESTRA 3 %	12.00		
MUESTRA 5%	12.00		
MUESTRA 8%	12.50		
MUESTRA 10%	13.17		
MUESTRA 12%	14.33		

Las medidas de tendencia central como la media y la mediana son 12.70kg/cm² y 12.25 kg/cm². Siendo valores lejanos nos indican que la distribución es asimétrica.

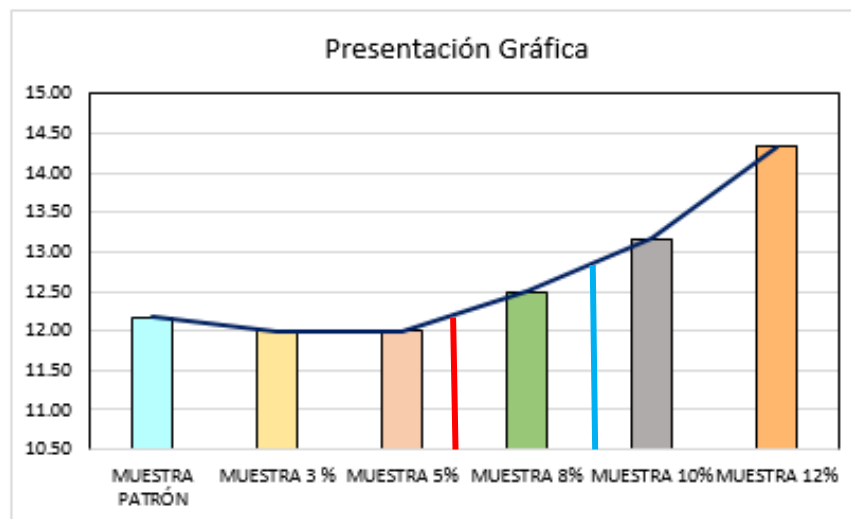


Fig. 187: Presentación gráfica de las medidas de tendencia central

La línea celeste representa la media y la línea roja representa la mediana.

TABLA CXXV
Medidas de Dispersión

PROMEDIO	12.70
VARIANZA	0.70
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.83
MÁXIMO	14.33
MÍNIMO	12.00

TABLA CXXVI
Elementos de Gráfica de Desviación

GRÁFICA			
R. ADMISIBLE	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
12.17	12.70	13.53	11.86
12.00	12.70	13.53	11.86
12.00	12.70	13.53	11.86
12.50	12.70	13.53	11.86
13.17	12.70	13.53	11.86
14.33	12.70	13.53	11.86

La desviación estándar indica que existen valores de resistencia de 0.83 kg/cm² por encima y por debajo del promedio que es 12.70 kg/cm².



Fig. 188: Gráfico de Desviación Estándar

En la figura, la línea verde representa los valores de resistencia admisible de las muestras ensayadas, la línea naranja representa el promedio, la línea azul representa el

límite máximo de desviación que es 13.53 kg/cm², y la línea amarilla representa el límite mínimo de desviación que es 11.86 kg/cm². Es decir según la figura mostrada anteriormente, los valores que se encuentran entre los límites (línea azul y línea amarilla) son valores de resistencia normales. Sin embargo existen un valor máximo de 14.33 kg/cm².

4.4.10. Ensayo de R. Esfuerzo de Compresión Admisible de la pila

TABLA CXXVII
Medidas de Tendencia Central

MUESTRA	Resistencia	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA PATRÓN	4.80	5.08	4.93
MUESTRA 3 %	4.75		
MUESTRA 5%	4.87		
MUESTRA 8%	4.98		
MUESTRA 10%	5.34		
MUESTRA 12%	5.74		

Las medidas de tendencia central como la media y la mediana son 5.08 kg/cm² y 4.93 kg/cm² respectivamente. Siendo valores cercanos nos indican que la distribución es simétrica.

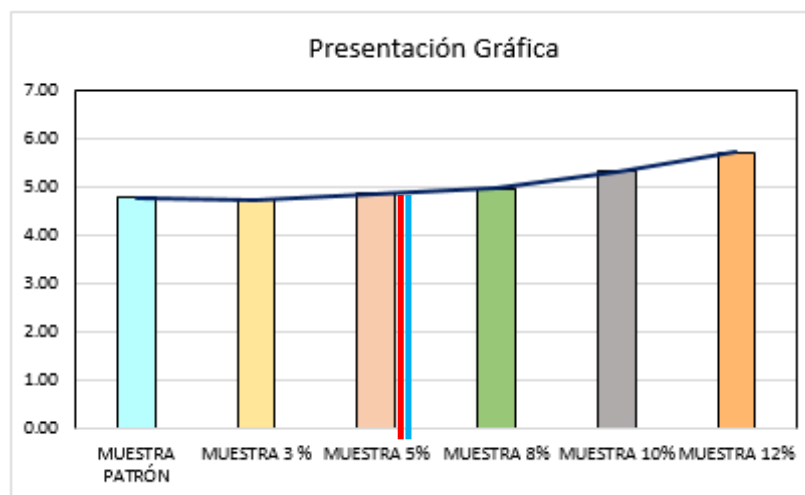


Fig. 189: Presentación gráfica de las medidas de tendencia central

La línea celeste representa la media y la línea roja representa la mediana.

TABLA CXXVIII
Medidas de Dispersión

PROMEDIO	5.08
VARIANZA	0.12
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.35
MÁXIMO	5.74
MÍNIMO	4.75

La desviación estándar indica que existen valores de resistencia de 0.35 kg/cm² por encima y por debajo del promedio que es 5.08 kg/cm².

TABLA CXXIX
Elementos de Gráfica de Desviación

GRÁFICA			
RESISTENCIA	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
4.80	5.08	5.43	4.73
4.75	5.08	5.43	4.73
4.87	5.08	5.43	4.73
4.98	5.08	5.43	4.73
5.34	5.08	5.43	4.73
5.74	5.08	5.43	4.73



Fig. 190: Gráfico de Desviación Estándar

En la figura, la línea verde representa los valores de resistencia de las muestras ensayadas, la línea naranja representa el promedio, la línea azul representa el límite máximo de desviación que es 5.43 kg/cm², y la línea amarilla representa el límite mínimo de desviación que es 4.73 kg/cm². Es decir según la figura mostrada anteriormente, los valores que se encuentran entre los límites (línea azul y línea amarilla) son valores de resistencia normales. Sin embargo existen un valor máximo de 5.74 kg/cm².

4.4.11. Ensayo de R. Esfuerzo Admisible de Compresión por Aplastamiento

TABLA CXXX
Medidas de Tendencia Central

MUESTRA	Resistencia	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA PATRÓN	6.00	6.35	6.16
MUESTRA 3 %	5.94		
MUESTRA 5%	6.08		
MUESTRA 8%	6.23		
MUESTRA 10%	6.67		
MUESTRA 12%	7.18		

Las medidas de tendencia central como la media y la mediana son 6.35 kg/cm² y 6.16 kg/cm² respectivamente. Siendo valores lejanos nos indican que la distribución es asimétrica.

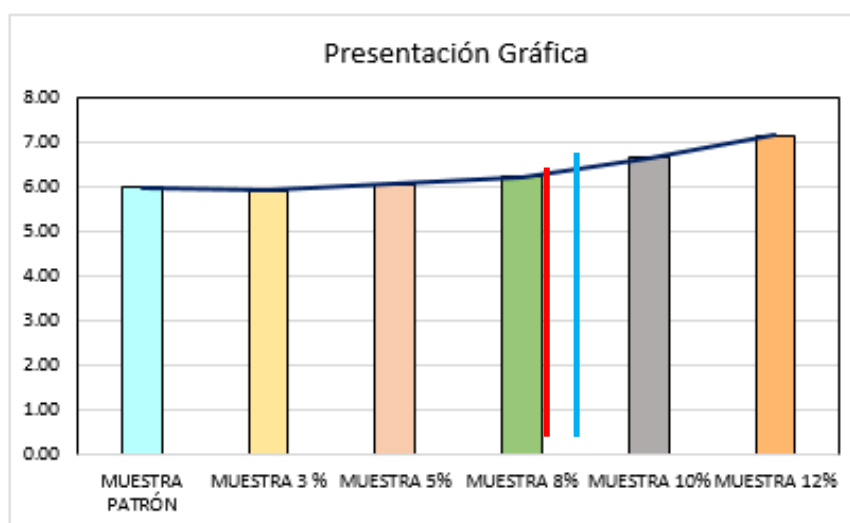


Fig. 191: Presentación gráfica de las medidas de tendencia central

La línea celeste representa la media y la línea roja representa la mediana.

TABLA CXXXI
Medidas de Dispersión

PROMEDIO	6.35
VARIANZA	0.19
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.44
MÁXIMO	7.18
MÍNIMO	5.94

La desviación estándar indica que existen valores de resistencia de 0.44kg/cm² por encima y por debajo del promedio que es 6.35 kg/cm².

TABLA CXXXII
Elementos de Gráfica de Desviación

GRÁFICA			
RESISTENCIA	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
6.00	6.35	6.79	5.91
5.94	6.35	6.79	5.91
6.08	6.35	6.79	5.91
6.23	6.35	6.79	5.91
6.67	6.35	6.79	5.91
7.18	6.35	6.79	5.91



Fig. 192: Gráfico de Desviación Estándar

En la figura, la línea verde representa los valores de resistencia de las muestras ensayadas, la línea naranja representa el promedio, la línea azul representa el límite máximo de desviación que es 6.79 kg/cm², y la línea amarilla representa el límite mínimo de desviación que es 5.91 kg/cm². Es decir según la figura mostrada anteriormente, los valores que se encuentran entre los límites (línea azul y línea amarilla) son valores de resistencia normales. Sin embargo existen un valor máximo de 7.18 kg/cm².

V. Discusión

Mediante los ensayos realizados, pruebas, análisis, y en general, todos los resultados de la evaluación, se podría decir que han sido favorables para aceptar y afirmar la hipótesis planteada en esta investigación, que determina que las características de resistencia a la erosión y la resistencia a compresión del adobe del distrito de Túcume, mejorarán con la adición de cal y cenizas de carbón de la ladrillera artesanal.

Con los resultados obtenidos se formula que la adición de 10% otorga mejores resultados que las otras dosificaciones.

5.1. Ensayos para la selección del suelo

Para la extracción de muestras en el Distrito de Túcume, se escogió 3 lugares y de cada uno se extrajeron muestras de aproximadamente 500 gr (para los ensayos in Situ), se realizaron los ensayos in situ puesto que la Norma E.080 lo propone como requisito para determinar si la tierra utilizada para la fabricación es apta o no, cabe indicar que es un método basado en observación y sensibilidad debido a que no se cuentan con medidas cuantitativas, si no, cualitativas. Asimismo el ensayo de Resistencia Seca o ensayo de la Bolita es un índice para medir la presencia de arcilla en el suelo y clasificarlo si es adecuado para la fabricación de adobe.

También se realizaron las pruebas de: Granulometría o Prueba de la Botella, Prueba de Solidez, Prueba de Cinta de Barro y Prueba de Resistencia Seca o Prueba de la Bolita, en la que la muestra 3 del lugar descrito en la figura 22 tuvo un buen comportamiento en comparación a los otros dos. Por lo tanto se puede definir que la muestra tiene el porcentaje de arcilla adecuado para la fabricación de adobes. Estos ensayos se consideraron como clasificatorios ya que están normalizados en el Reglamento Nacional de Edificaciones: E.080 y los resultados obtenidos fueron fundamentales para la elección del lugar de fabricación.

Además el distrito de Túcume es un lugar conocido por tener el suelo con un alto contenido de arcilla, tal y como se demuestra en la tesis denominada: “Evaluación de la Resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre y mucilago de Cactus de San Pedro” en la que se evaluaron tres lugares, y el suelo del distrito de Túcume obtuvo mejores propiedades. Por lo tanto se seleccionó el lugar del distrito tal como se muestra en la figura 27, para la obtención de muestras y así realizar los ensayos de laboratorio para definir sus características.

5.2. Ensayos en laboratorio de la muestra del suelo

Luego de definir el lugar exacto de extracción de las muestras, se procedió a realizar los ensayos en laboratorio.

En primer lugar se realizó el ensayo de contenido de humedad, en el que la muestra obtuvo una medida de humedad de 3%. Este valor representa el contenido de agua que tiene el suelo en estado natural. Con este valor se deduce que el comportamiento del suelo, con respecto a la estabilidad y cohesión será el adecuado, ya que el contenido de humedad es una característica importante para evaluar el comportamiento de este.

Asimismo conociendo el contenido de humedad se puede establecer la cantidad de agua que será necesaria para la fabricación de adobe y de mortero, teniendo en cuenta que, la Norma E.080 indica que debe ser como máximo un 20% de agua para fabricar los adobes y el mortero.

La muestra de suelo resultó con un valor de peso específico relativo de sólidos teniendo de 2.35 gr/cm³. Puesto que depende del contenido de humedad y por lo tanto indica la masa de la muestra de suelo por unidad de volumen.

El ensayo de granulometría fue indispensable y sirvió para la clasificación Asshto y Sucs de la muestra del suelo. El resultado de la clasificación SUCS del suelo es CL y A-6 Suelo Arcilloso. Asimismo con este ensayo se conoció la distribución de los tamaños de las partículas del suelo.

La norma indica unos parámetros entre los cuales se debe encontrar la cantidad de finos y gruesos. Los finos, es decir, las arcillas determinan la consistencia para que la mezcla de barro sea trabajable y se adapte al molde que se le dé, en este caso, la gabela, que es el molde para la fabricación de adobes. Y los gruesos influyen en la resistencia a compresión y a la fisuración. Con la clasificación obtenida mediante el ensayo se garantizó que el distrito de Túcume el suelo es arcilloso.

Es importante conocer el límite de plasticidad porque este valor indicará que tan consistente es el suelo, al ser más plástico el suelo, mejor calidad tendrá el adobe, sin embargo esto no garantiza su resistencia. El suelo obtuvo un índice de plasticidad de 11%, que confirmo que el Distrito de Túcume presenta un suelo arcilloso, debido a la plasticidad que tenía.

Esta cantidad de arcilla ayudó a compensar y estar dentro de los parámetros que indica la norma para la elección del suelo, en donde se indica que la cantidad de arcilla y arena deberá ser muy parecida.

5.2.1. Ensayo Químico de la Ceniza

Se decidió realizar este ensayo porque es importante conocer la composición química de la ceniza de carbón, ya que se está planteando este componente para mejorar las propiedades de resistencia y erosión del adobe. Con el resultado obtenido se seleccionó la ladrillera de Illimo por tener en mayor porcentaje los compuestos de Oxido de Silicio, Oxido de Aluminio, Oxido de Calcio, Oxido de Fierro; estos compuestos son puzolánicos es decir al reaccionar con un activador puzolánico como la cal, forma compuestos similares a los que se generan durante la hidratación del Clinker del cemento. Estos compuestos en presencia de agua originan productos sólidos, generando mayor resistencia y aumentando su impermeabilidad, tal como se demostró en los siguientes ensayos y pruebas realizadas.

5.3. Selección de Dosificaciones de Cal y Cenizas de Carbón

Se seleccionó la misma dosificación de cenizas de carbón y cal, luego de realizar el ensayo químico a la ceniza se comprobó que posee compuestos puzolánicos en un 70%, esto quiere decir que reacciona con un activador puzolánico, en este caso la cal, para formar compuestos hidráulicos originando productos o compuestos sólidos tal y como se observa en el ensayo de microscopia electrónica de barrido.

Por las propiedades y características de las cenizas, si se usa un componente menos que otro, no compensaría la combinación, y ocasionaría la falta de compuestos o material puzolánicos.

La cal por sí sola reacciona con suelos de contenido poco arcilloso, en cambio en un suelo arcilloso puede ser combinada con una fuente adicional de sílice y alúmina, en este caso las cenizas volantes. Es por eso que se usó la misma cantidad, puesto que la cal debe tener igual cantidad de material para reaccionar y así generar compuestos puzolánicos.

5.4. Ensayos en laboratorio de las unidades de adobe

Resistencia a Compresión del Adobe

La Norma E.080: Tierra Reforzada nos da un valor permisible de 10.2 kg/cm² para las muestras de adobe a los 28 días.

Los valores de las muestras ensayadas nos indican que todas las dosificaciones propuestas cumplen en el valor indicado en la norma. Sin embargo las dosificaciones con mayor valor fueron la de 10% y 12% como se observa en la siguiente figura.

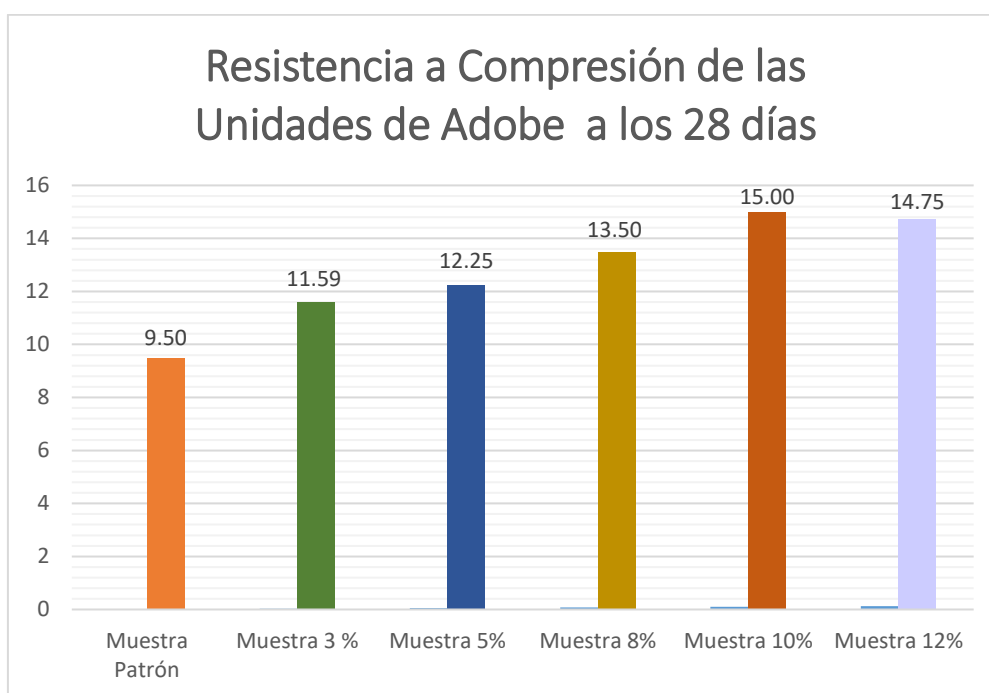


Fig. 193: Resistencia a Compresión de todas las Unidades a los 28 días

Como se muestra en la figura 151, a partir del 3% las muestras cumplen con el valor indicado en la norma, presentando un incremento lineal ascendente entre los cinco porcentajes planteados, pero a partir del 10% según el ensayo realizado la muestra del 12% disminuye en comparación a las demás muestras y dosificaciones. Se podría afirmar que hasta en un porcentaje de 10% la resistencia aumenta y es óptima, pero a partir de un porcentaje mayor a ese, la resistencia a compresión del adobe empieza a disminuir. Por eso se seleccionó a la dosificación de 10% con mejor resultado a compresión.

Adicionalmente al ensayo de 28 días, se ensayaron las muestras a los 7,14 y 21 días para conocer su comportamiento y evaluar su resistencia en un determinado tiempo, teniendo como referencia la norma NTP 399.613.

Los resultados por cada porcentaje, en algunos casos superaron el valor admisible.

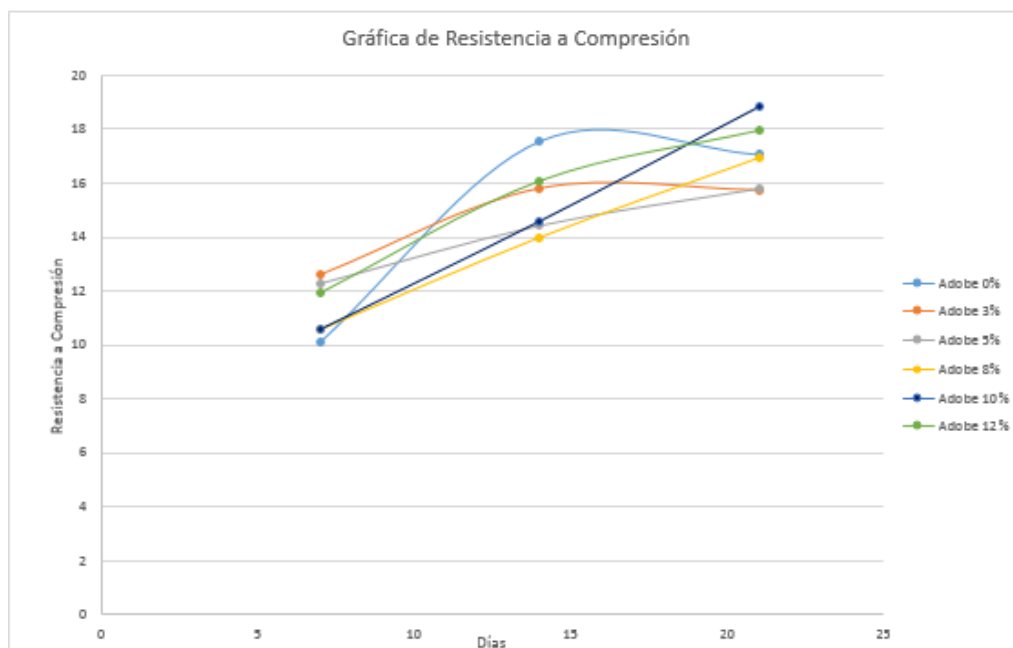


Fig. 194: Gráfica de Resistencia a Compresión vs Tiempo

Con este gráfico se muestra el aumento o disminución de la Resistencia a Compresión de las muestras de adobe a los 7, 14, 21 días.

A los 7 días se ensayaron las primeras muestras, dando como resultado que adicionando cal y cenizas de carbón al 3% superaba la resistencia de los demás porcentajes. Sin embargo a los 14 días, todas las unidades aumentaron su resistencia pero el porcentaje de 8% y 10% aumento más su resistencia en función a las muestras con los demás porcentajes, puesto que la arcilla al ser un material plástico estos valores iban cambiando sin tener alguna proporción directa, es decir aumentando o disminuyendo de manera uniforme.

Posterior a ello a los 21 días se realizó la prueba, en la cual el porcentaje de 3% que obtuvo al inicio mayor resistencia, esta vez disminuyó, de igual manera las muestras con porcentaje de 8%. Pero las unidades con adición de 10% aumentaron su resistencia proporcional al tiempo, como se puede observar en la figura, el comportamiento es uniforme y va aumentando, es decir que irá aumentando su resistencia, es por eso que se seleccionó este porcentaje para realizar el ensayo de Inundación Simulada.

Estos valores resultan dispersos, como se muestra en la figura 194, porque se está evaluando el comportamiento del suelo arcilloso, para ser exacto de la arcilla y a diferencia del concreto que tiene un comportamiento uniforme y constante, el cual esta

normalizado y estandarizado en las normas ASTM y NTP, la arcilla no es uniforme, y no existen normas que verifiquen o analicen las propiedades del adobe detalladamente.

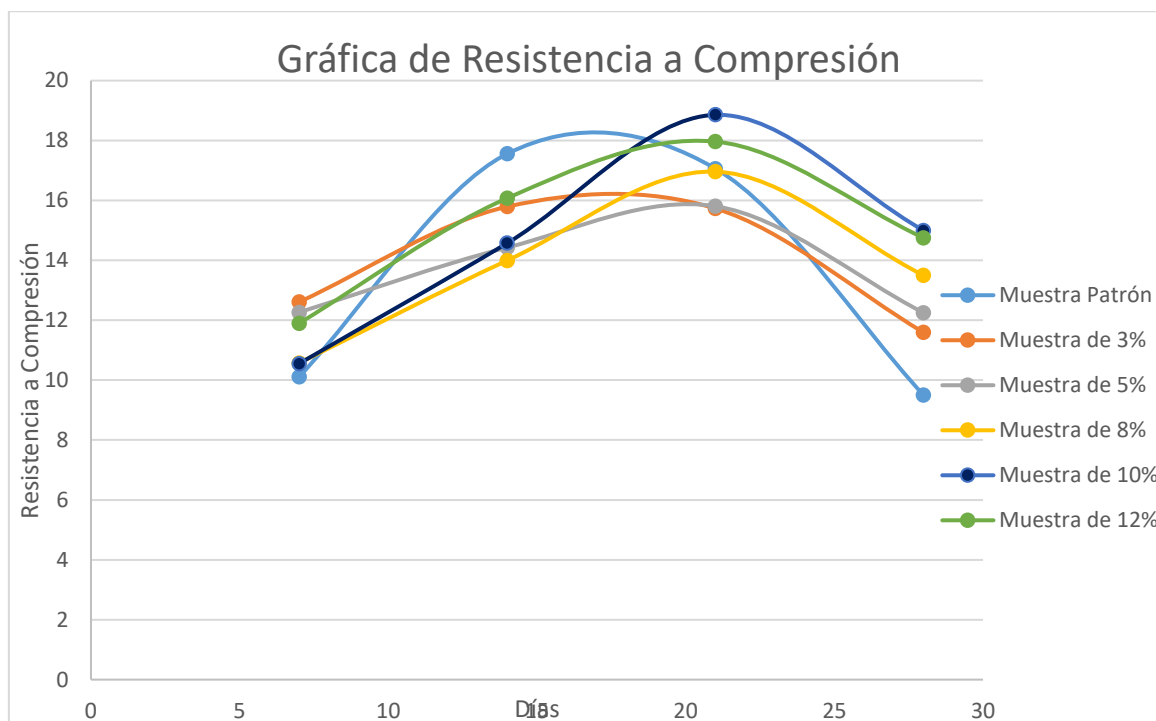


Fig. 195: Gráfica de Resistencia a Compresión a los 7, 14, 21 y 28 días

Por otro lado, la norma E.080 indica que se deben ensayar las unidades de adobe a los 28 días, tal y como lo han desarrollado las investigaciones que se consideraron como antecedentes, pero como un aporte nuevo, con el fin de evaluar su comportamiento, además de ensayar las muestras a los 28 días, se realizó el ensayo a los 7, 14 y 21 días, con estos resultados se pudo conocer la resistencia a compresión de las unidades de adobe con la adición de los distintos porcentajes de cal y cenizas de carbón y deducir que con el mínimo porcentaje de adición aumenta su resistencia, lo que es satisfactorio para la problemática que existen en torno a las construcciones de viviendas con este material. Lo que da lugar a que continúen las investigaciones con el fin de mejorar las propiedades del adobe. Asimismo se debe recalcar que a partir de un porcentaje mayor al 10% la resistencia a compresión disminuye, tal y como se demuestra en el ensayo realizado a los 28 días, que es el ensayo que esta normado en la E.080.

En la investigación: “Análisis de la Resistencia a Compresión del Adobe estabilizado con cal en la ciudad de Cajamarca” el mayor valor de resistencia obtenido a los 30 días

fue de 13.08 kg/cm², lo cual es menor que los obtenidos en esta investigación incluso a los 21 días de realizado el ensayo. Además con los ensayos realizados en esta investigación se concluye que la adición en mayor porcentaje de la cal disminuye su resistencia, tal y como se muestra en la siguiente figura:

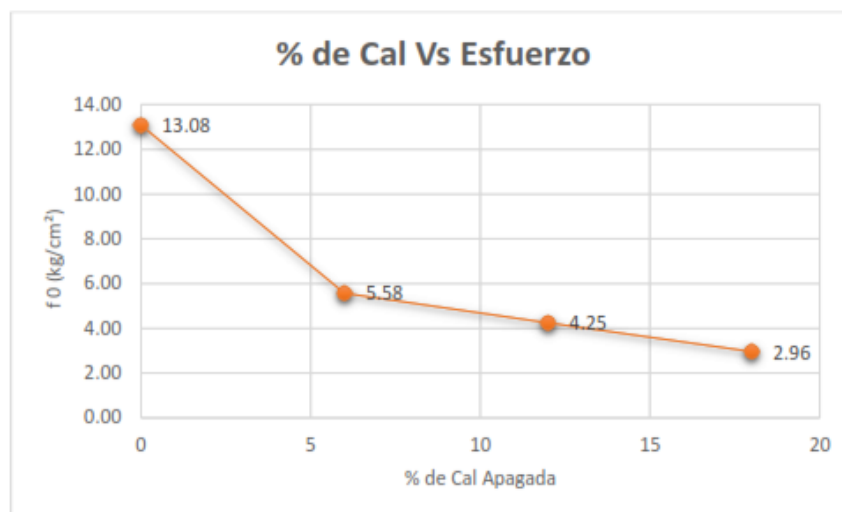


Fig. 196: Gráfico de % de cal vs Esfuerzo [40]

Sin embargo los resultados obtenidos en mi investigación al añadirle en porcentaje de 10% son más altos en comparación con la investigación anterior, tal y como se muestra en la siguiente figura:

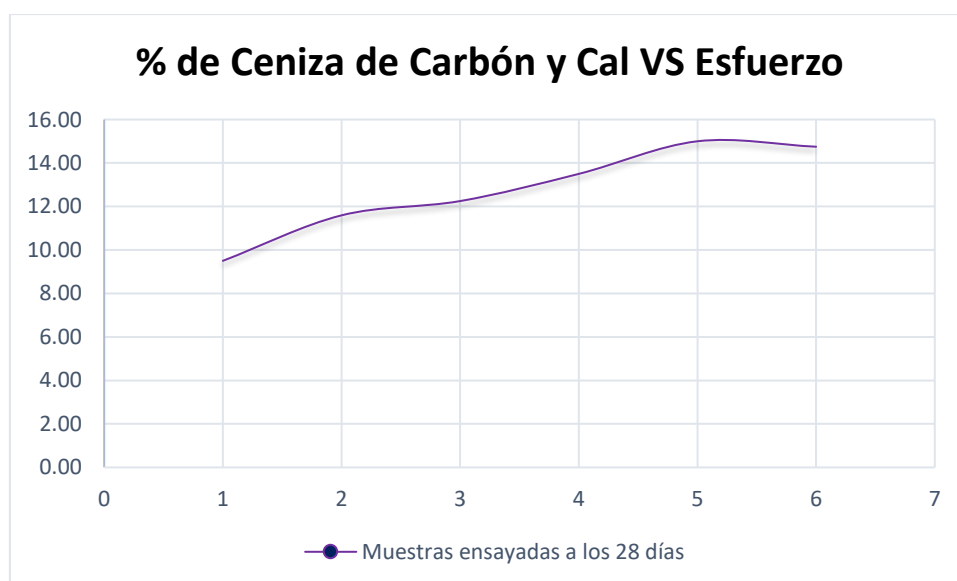


Fig. 197: Gráfica de Resistencia a Compresión vs tiempo

Corroborando que el empleo de cal en conjunto o complementariamente con la ceniza de carbón son favorables y aumenta la resistencia del adobe hasta en un 10%.

En la investigación: “Incremento de la Resistencia Mecánica del Adobe Estabilizado con cemento para Construcciones Ecológicas-Económicas en Cajamarca” se obtuvieron resultados de resistencia del adobe normal de 13.81 kg/cm², y que el incremento de su resistencia fue de 19.91%. Resaltando que el porcentaje de adición de cal fue entre 2% y 8%. En esta investigación se evaluaron porcentajes de 3%, 5%, 8%, 10%, 12%, en la que obtuvieron resultados similares y en algunos casos con un mejoría mayor que la de la investigación antes mencionada.

Ensayo de Erosión Acelerada

Este ensayo se encarga de medir la oquedad que puede producir un chorro de agua sobre las muestras de adobe. En base a los resultados que se han obtenido es que se puede apreciar que la unidad de adobe con menor oquedad son las adiciones de 8%, 10% y 12%, esto quiere decir que es inversamente proporcional la oquedad con el aumento del porcentaje de adición de cal y ceniza. Es decir mientras mayor porcentaje tenga mejor será su comportamiento al realizar este ensayo, y al estar expuesto al contacto del agua.

En la investigación “Evaluación de la erosión y la resistencia a la compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%” se obtuvieron resultados para la Erosión acelerada de Swinburne (SAET), que para los adobes sin estabilizar se produjo una oquedad de 2.7 cm, para los adobes estabilizados con mucílago de tuna al 25% una oquedad de 1.9 cm, para los adobes estabilizados con mucílago de tuna al 50% una oquedad de 1.02 cm, para los adobes estabilizados con mucílago de tuna al 75% una oquedad de 0.65 cm y finalmente para los adobes estabilizados con mucílago de tuna al 100% una oquedad de 0.3 cm. Se ve la mejora que se da en esta investigación ante la erosión causada por el goteo, mientras que en mi investigación se obtuvo una oquedad de hasta 3.8 cm y de 13 cm para el adobe normal.

Con estos resultados se define que la adición de cal y cenizas de carbón en varios porcentajes de sus pesos otorga buenos resultados, estableciendo que disminuye su erosión.

Asimismo estos resultados se deben, al emplear el compuesto de la cal ya que funciona como un aglomerante, y transforma el suelo plástico en rígido, lo que permite en este ensayo que el agua no debilite su estructura. Esto sumado a las propiedades puzolánicas que tiene la ceniza, ayuda a que la estructura interna y externa de las unidades de adobe no sufran algún daño y permanezcan resistentes ante la exposición del agua.

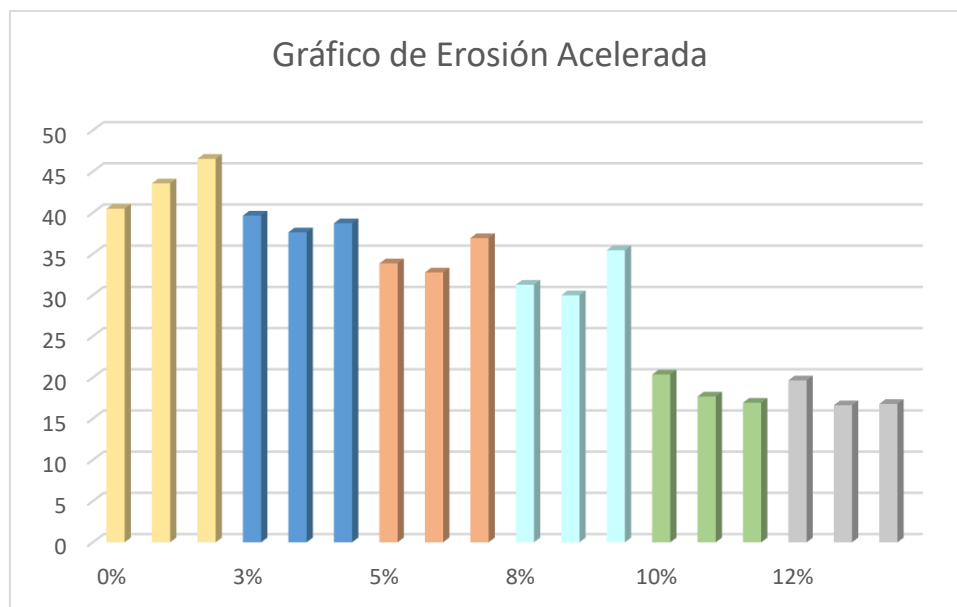


Fig. 198: Grafico de Resistencia a Erosión de 0%,3%, 5%, 8%, 10% y 12%

En el gráfico se muestra que a menor porcentaje presenta más oquedad, es decir más deterioro de las muestras de adobe. Es así que se puede afirmar que a mayor porcentaje de cal y ceniza de carbón existe mayor resistencia a la erosión de las unidades de adobe, como es el caso del porcentaje de 10% que presenta menor oquedad.

Succión

El resultado de este ensayo se diferencia de los ensayos mecánicos o destructivos, pero si se relaciona con el ensayo de erosión, ya que las muestras están expuestas al contacto del agua. Es por eso que se realizó esta prueba, ya que aporta al desarrollo de la investigación, evaluando la resistencia a la erosión.

Todas las muestras de adobe normal sufrieron pérdida de peso, es decir, la estructura del adobe se deterioró y sufrió daños considerables, que implica que no servirían al estar

en contacto con el agua por un período prolongado. Es por eso que en la tabla XXXVI, Tabla XXXVII, se valores negativos que indican pérdida de peso.

Sin embargo, las muestras de unidades con adición a partir de 5%, 8%, 10% y 12% de cal y ceniza de carbón, tuvieron una ganancia de peso, que indica que las unidades absorbieron agua sin sufrir daño o algún deterioro de su estructura, mostrándose un valor positivo que implica una ganancia de peso, tal como se muestra en la siguiente figura.

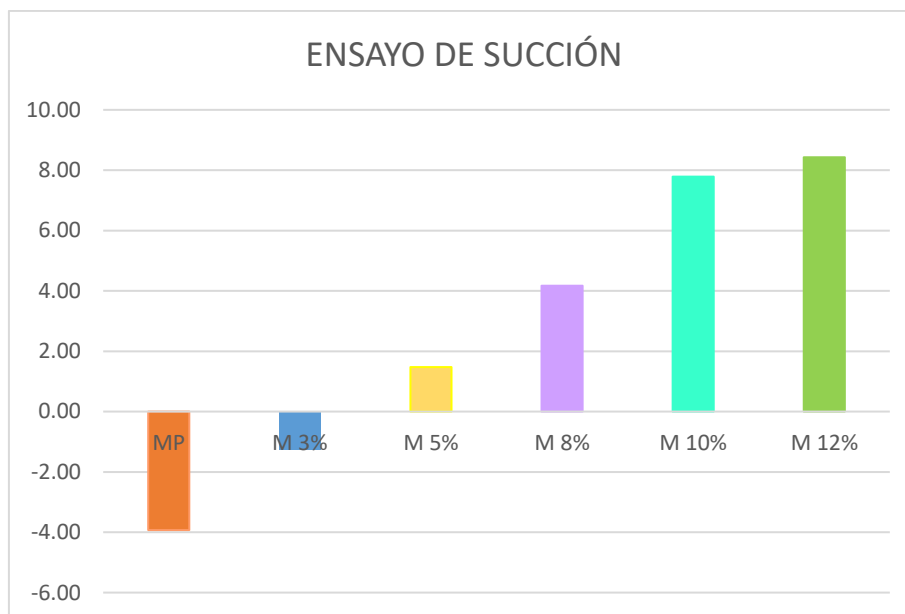


Fig. 199: Gráfica de Succión de 0% y 10%

Se muestran resultados positivos y negativos, que corresponden a ganancia y pérdida de peso respectivamente. Por lo tanto con estos resultados se estaría verificando que el porcentaje de 10% y 12% tienen mejores resultados y mejor comportamiento, obteniendo una diferencia considerable en comparación a los valores obtenidos en los demás porcentajes.

Resistencia a la compresión en prismas de albañilería

Al igual que con la compresión a la unidad de adobe, también se ensayaron pilas de adobe para verificar e identificar cuanto afecta la resistencia a compresión con la adición de estos compuestos, teniendo en cuenta que se realizó muestras con adobe normal para realizar la comparación con las muestras adicionando los dos componentes de cal y cenizas de carbón en iguales dosificaciones, ya no evaluó en una unidad de adobe sino en

conjunto. La norma E.080 nos indica que se deben ensayar 6 muestras, las muestras con porcentaje de 10% es la que más resistió en comparación a la muestra patrón.

Como parte de este ensayo primero, se determinó el esfuerzo de compresión admisible en el cual las muestras de adobe normal obtuvo 13 kg/cm², mientras que la muestra de adobe con adición del 10% de cal y ceniza de carbón obtuvo 15 kg/cm².

Estos valores corroboran los obtenidos en la resistencia a compresión de la unidad de adobe, porque al demostrarse que la unidad de adobe por si sola es más resistente, se deduciría que en conjunto es igual de resistente.

En la investigación: “Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonato de alumbre y mucílago de cactus de san pedro”, la muestra que tuvo menor resistencia fue la muestra patrón y luego aumento la resistencia uniformemente con la adición de ambos compuestos, llegando a una resistencia de 10.20 kg/cm². Lo cual en mi investigación el resultado de la resistencia a compresión tiene un valor de 15 kg/cm², resultando mayor que el obtenido en la investigación mencionada anteriormente, esto puede deberse a que en esta investigación se está reemplazando el porcentaje en peso de la unidad de adobe, mientras que en la otra investigación se reemplaza el agua por parte de mucilago de cactus, y esta puede ser una cualidad que influyó en la resistencia del adobe.

Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe o Tracción Indirecta.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión de las unidades de adobe, y de resistencia a compresión de pilas de adobe, se determina que adicionando los componentes planteados en esta investigación, mejora su resistencia. Pero con este ensayo de resistencia a la compresión diagonal de murete es que se asegura la hipótesis planteada y se puede apreciar que el de 10% desarrolla mayor resistencia a la compresión diagonal en comparación con el adobe normal.

En la investigación “Análisis de la Resistencia a Compresión del Adobe estabilizado con cal en la ciudad de Cajamarca” se obtienen resultados entre 0.48 kg/cm² y 0.51 kg/cm², lo cual en comparación con los obtenidos en esta investigación, resultan menores.

Inundación simulada

Este ensayo se realizó referenciado de una investigación de la PUCP, en la que mejoraban las propiedades del adobe ante una exposición prolongada de agua. La finalidad de este ensayo fue evaluar la resistencia a la acción del agua en dos periodos de inundación.

Se simuló una inundación por crecida de río, y se sometió a este proceso el muro con adobe normal y al muro con adición de 10%. Se evaluaron dos características: la absorción y la capilaridad.

Esta prueba por ser un ensayo que no está normado pero que forma parte de una investigación realizada por la PUCP. Se tomó como base el procedimiento empleado y se realizó la prueba teniendo en cuenta el muro con adobes normales sin ninguna adición y el muro con adobes de la dosificación que obtuvo mejores resultados de compresión y erosión, tal y como se planteó en los objetivos, la cual fue la adición de 10% de ceniza de carbón y cal. Finalmente obteniéndose resultados favorables y que son explicados de acuerdo a la investigación realizada en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Los muros se construyeron el 24 de mayo. Al cabo de dos horas de haberse iniciado el ensayo de inundación el muro patrón se derrumbó, pero si se llegaron a tomar los datos de absorción y capilaridad, este problema ocurre en la mayoría de casas o viviendas de adobe, están expuestas a fenómenos naturales que resultan perjudiciales para este tipo de construcciones.



Fig. 200: Medición de capilaridad

La absorción de agua de ambos muros fueron medidas mediante el cambio de nivel superficial de agua en la poza, el cual fue registrado con una regla.



Fig. 201: Medición de Absorción

En la investigación: “Comparación de resistencia a inundación de muros de adobe con diferentes sistemas de protección” se realizó también el ensayo de inundación simulada, para el caso del Muro Patrón, es decir con adobes convencionales, duró 5 horas, a diferencia del Muro con Adobes convencionales realizado en mi investigación que duro solo 2 horas.

También se ensayó un Muro Tarrajado, Muro Estabilizado y un Muro con sobrecimiento de Ladrillo, de los tres el muro estabilizado fue el que duró más, alcanzando 18 días en el período prolongado de inundación.

En mi investigación, el Muro con adición de 10% de cal y cenizas de carbón duró 140 días, lo cual es muy satisfactorio ya que es un gran aporte para dar solución a las desventajas que tienen las viviendas construidas con adobe.

En el período largo de inundación se realizaron medidas diarias durante dos semanas inicialmente, luego como el muro había pasado este período se decidió realizar las mediciones de capilaridad y absorción con variación semanalmente, siempre reponiendo el agua absorbida. Asimismo se tuvo en cuenta la adherencia que existe entre el mortero y la unidad de adobe.

Al cabo de 27 días el muro dejo de absorber agua pero no se derrumbó, se continuo con las mediciones de capilaridad y absorción obteniendo ninguna variación, esto se debe

a que el comportamiento de las unidades de adobe, llegaron al punto de saturación en la que no absorben agua, y tampoco asciende agua, este proceso pudo ser debido a los componentes y características que tienen la cal y la ceniza de carbón.

Se puede afirmar, que la solución más efectiva es la adición de 10% de cal y ceniza de carbón, puesto que el muro duró y pasó el tiempo prolongado de inundación, que propone que si el muro pasa 2 semanas, se considera un adobe adecuado o satisfactorio, y ya que el muro permaneció a un periodo constante de exposición al agua durante 140 días, está garantizado que es una solución ideal.

Cabe resaltar que el día 26 de mayo ocurrió un movimiento sísmico de magnitud 8, y en el departamento de Lambayeque se clasificó como un sismo Moderado de intensidad IV, el muro además de resistir el sismo, resistió el periodo corto de inundación y el período largo de inundación.

En general la solución planteada de adicionar 10% de cal y cenizas de carbón a la mezcla de preparación del adobe es corroborada por este ensayo y considerando el sismo ocurrido, nos muestra que el muro es resistente a la erosión y a eventos sísmicos.

Ensayo de Resistencia a Flexión en Unidades de adobe de 10x20x30

Este ensayo se realizó tomándose como referencia el Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la flexión ASTM C 78 – 02. En el que se determina la resistencia a flexión empleando una viga simple con carga en los tercios, usando un aparato de carga, el cual consta de placas de acero que aseguran las fuerzas aplicadas sea perpendiculares a la cara de la probeta o muestra a ensayar.

En la investigación: “Resistencia a Compresión y Flexión del Adobe Compactado con Incorporación de bentonita sódica, utilizando suelos de diferentes canteras” se realizó el ensayo de resistencia a la flexión, en porcentajes de 8%, 12% y 16% obteniendo resultados promedios de 11.35 kg/cm², 12.21 kg/cm², 13.23 kg/cm² respectivamente.

En esta investigación se realizó este ensayo con el adobe normal, ya que las medidas del adobe tradicional es de 10x20x30 y al no existir una norma referente al ensayo de flexión en adobe, se decidió realizarlo con las dimensiones mencionadas, con el fin de conocer su resistencia bajo esas circunstancias. Los resultados arrojaron un aumento de

la resistencia en el adobe con adición de 10% el cual fue de 14.77 kg/cm² en comparación con el adobe normal que obtuvo una resistencia de 12.9 kg/cm².

Ensayo de Resistencia a Flexión en Unidades de Adobe de 15x15x50

En este caso el ensayo se realizó tomándose como referencia las dimensiones de las muestras del Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la flexión ASTM C 78 – 02. Se decidió fabricar las unidades de adobe con dimensiones de 15x15x50 evaluando todos los porcentajes para conocer su resistencia, el porcentaje que obtuvo mayor resistencia fue el de 12% con una resistencia de 1.16 kg/cm² seguida del adobe normal que obtuvo una resistencia de 1.73 kg/cm². Determinando que la adición de estos componentes otorgan menores resistencias que la del adobe normal.

En comparación al ensayo realizado en las unidades de 10x20x30, en este caso se obtienen menores valores porque en el otro ensayo se cubrió el adobe con una capa de mezcla de yeso más cemento como aglomerante para uniformizar la superficie y aplicar la carga de manera equitativa. Pero para este ensayo se realizó sin utilizar esta mezcla como aglomerante con el fin de evaluar y conocer su resistencia tal y como es en realidad.

Ensayo de Resistencia a Tracción en Unidades de Adobe

Para este ensayo se fabricaron probetas de 15x30 cm, porque la norma indica realizar el ensayo con dichas medidas, se fabricaron muestras tanto con el adobe normal y muestras con las 5 dosificaciones planteadas, se obtuvo el promedio teniendo en cuenta los cuatro mejores resultados.

La dosificación que obtuvo mejores resultados fue la muestra de 10% seguido de la de 12%, pero la muestra de adobe normal superó en valor a las adiciones de ceniza de carbón y cal, puesto que al añadirle los dos componentes planteados de ceniza de carbón y cal disminuye la resistencia a tracción.

Ensayo de Microscopia Electrónica de Barrido

Complementando la investigación y los resultados obtenidos en el ensayo de inundación simulada, se realizó este ensayo con el fin de conocer sus características internas.

Las imágenes obtenidas resultaron del procesamiento y visualización de las interacciones entre el haz de electrones con la materia, el cual es llevado a cabo con el microscopio electrónico de barrido convencional. Es así que se pudo conocer la información de composición y estructura de la muestra de adobe con adición de 10% de cal y ceniza de carbón.

Los resultados obtenidos muestran que el óxido de sílice SiO_2 se encuentra en mayor porcentaje con un valor de 46.61% seguido del óxido de aluminio Al_2O_3 con un valor de 17.65% y del óxido de Hierro FeO con un valor de 3.17%, estos compuestos son característicos de las puzolanas y se encontraron también en la composición química de las cenizas de carbón, resultado que se comprueba con el ensayo químico realizado a la muestra de ceniza de la ladrillera artesanal y que se presenta en el anexo correspondiente.

Asimismo, en el libro de Fundamentos de la Mecánica de Suelos, cuyo autor es Juárez Badillo y Rico Rodríguez, se explica el comportamiento químico de las arcillas, las cuales se relacionan con los minerales y establecen el intercambio catiónico que se tienen las arcillas con los siguientes elementos químicos: H, K, Fe, Al, Mg, Ba, Ca, Na y Li.

Mediante las imágenes obtenidas se puede observar que el grado de aglomeración de las partículas es alto, observándose la unión de las partículas, formándose como una capa sólida resistente que impide que las moléculas de agua entren o deterioren la muestra.

De esta manera se explica y se deduce que las partículas de arcilla al estar rodeadas de las moléculas de agua, los átomos de oxígeno quedan en la superficie de estos debido a su constitución interna, lo que produce que las partículas de arcilla sean más resistentes a la acción del agua.

Evaluación Económica

La evaluación económica realizada en este proyecto indica que el costo de esta técnica con la adición de estos componentes, en comparación con el costo de una vivienda tradicional, aumenta en 8%.

Esto se debe a que se considera el costo de los componentes añadidos, como el de la cal y la ceniza, además el costo de la cal, ya que la ceniza es un material que no tiene costo porque es un residuo de las ladrilleras artesanales, lo cual se estaría minimizando el impacto al usarlo en beneficio a esta investigación.

Asimismo, se considera el costo de la mano de obra, ya que a diferencia de la preparación del barro para un adobe normal, en este caso, la mezcla de preparación del barro requiere un proceso de mezclado especial, ya que se añaden estos dos componentes y se tiene que garantizar que la mezcla este homogénea, es por eso que requiere un costo mayor de mano de obra.

En la investigación: “Evaluación de la resistencia del adobe estabilizado a la acción del agua adicionando jabonado de alumbre y mucílago de cactus de san pedro” se realizó también un análisis económico en el cual se obtuvo que en las dosificaciones planteadas de 3%, 6%, 9% y 12% , el incremento de costo resultó, 5.57%, 10.79%, 15.67% y 20.20% respectivamente.

Sin embargo en mi investigación se obtuvo un incremento de 8% con la dosificación de 10%, lo cual es menor en comparación con el incremento de 15.67% de la dosificación de 9% obtenida en la investigación mencionada anteriormente.

Análisis Estadístico

Se realizó el análisis estadístico ya que en esta investigación se obtienen datos cuantitativos, los cuales serán procesados estadísticamente, determinando la media, es decir el promedio del valor de cada muestra obtenida en los ensayos realizados. También se determinó la moda que en este caso, el valor es igual a la mediana, puesto que es el valor que tiene mayor frecuencia absoluta.

También se determinó el rango de cada muestra, es decir el valor menor y mayor obtenido, para establecer entre que valores resultan los datos obtenidos y establecer una diferencia con las muestras tipo patrón.

Se determinó también la desviación estándar, que es una medida de dispersión, en la que se verifican los datos obtenidos con respecto a la media, se realizó la desviación estándar de cada ensayo realizado, tal y como se muestran en los resultados.

VI. Conclusiones

1. Se evaluó la resistencia a compresión de las muestras, las del adobe convencional (tierra + paja) y las del adobe con las 5 dosificaciones planteadas de 3%, 5%, 8%, 10%, 12% respecto a su peso, concluyendo que al incrementar el porcentaje de cenizas de carbón y cal, mejora su resistencia desde un 4% hasta un 37.9%.
2. Se evaluó la erosión de todas las muestras, determinando que la medida de la erosión, la oquedad, de las unidades de adobe en las dosificaciones planteadas disminuyen en un 64.27%. Es decir disminuye el deterioro de las muestras en comparación a la muestra de adobe tradicional (tierra más paja).
3. Se determinó la resistencia a compresión de la muestra de adobe patrón siendo 9.75 kg/cm², y de las cinco dosificaciones, de las cuales la que resultó con mejor comportamiento y mayor resistencia fue la de 10% de adición de cal y cenizas de carbón alcanzando una resistencia de 15 kg/cm², superando el mínimo valor indicado en la norma E.080.
4. Las cinco dosificaciones seleccionadas resultaron ser óptimas al evaluar la resistencia a compresión a los 7, 14 y 21 días, cumpliendo el valor de resistencia normado en la E.080, pero fue el ensayo realizado a los 28 días, el que fue decisivo para seleccionar la dosificación óptima.
5. Se determinó la erosión de las muestras, comprobándose que al aumentar proporcionalmente la adición de cal y ceniza la resistencia a la erosión aumenta, ya que disminuyó la oquedad. Y se conoció que a partir del 8% de adición de ambos componentes, el deterioro de las muestras es menor en comparación al valor de oquedad obtenido de la muestra de adobe normal (tierra + paja).
6. Se puede afirmar que con la adición cal reduce la capacidad de absorción de agua y los efectos de la erosión, aumenta la estabilidad dimensional.
7. Se seleccionó la ladrillera artesanal de Illimo para obtener las cenizas de carbón porque obtuvo buenos resultados, respecto a los compuestos químicos de ésta, como se demostró al realizar el ensayo químico. Esto benefició el comportamiento de las unidades de adobe al ser mezcladas conjuntamente con cal.
8. Se seleccionó el suelo de Túcume en base a otras investigaciones por presentar un suelo arcilloso, siendo está un requisito para la fabricación de adobes, además al

realizar los ensayos correspondientes se comprobó que la tierra es apta para fabricar las unidades de adobe.

9. Se definió a la dosificación de 10% de adición de cenizas de carbón y cal como la mezcla óptima que aumenta la resistencia a compresión del adobe y disminuye la erosión, es decir disminuye el deterioro de los adobes en contacto con el agua.
10. Se seleccionaron las unidades con adición de 10% ya que en el ensayo de resistencia a compresión aumento su resistencia proporcional al tiempo, es decir que irá aumentando su resistencia, es por eso que se selección este porcentaje para realizar los ensayos de Compresión Diagonal e Inundación Simulada.
11. La adición del 10% resultó efectiva, sobre todo cuando se realizó el ensayo de inundación simulada, demostrándose que tiene un buen comportamiento al estar expuesto a un periodo prolongado de agua constante, en el que se complementó con el ensayo de microscopia electrónica de barrida, obteniendo los compuestos que explican el ensayo de absorción del muro o ensayo de inundación simulada.
12. La solución más efectiva resultó la adición de 10%, puesto que el muro duró 140 días, a pesar de haber ocurrido el día 26 de mayo un movimiento sísmico de magnitud 8, pese a esto el muro resistió.
13. En esta investigación además se realizó el ensayo de compresión a los 7,14, 21días con el fin de conocer su resistencia en ese período de tiempo, pero según los resultados se afirma que es una resistencia temprana, ya que al realizar el ensayo a los 28 días como lo indica la norma, la resistencia obtenida inicialmente en todas las muestras disminuyó. Sin embargo todas las muestras cumplieron con la resistencia mínima especificada en la norma E.080.
14. Se comprobó que la adición de cenizas de carbón y cal aumenta la resistencia a compresión. Sin embargo, no se obtuvo resultados positivos con los ensayos de resistencia a flexión y a tracción, la muestra que obtuvo mejor resultado en compresión obtuvo menos resistencia a flexión y a tracción.
15. Se establece que la adición de los componentes de cenizas de carbón y cal disminuye la resistencia a flexión y la resistencia a tracción del adobe tal como se demostró con los ensayos correspondientes.
16. El contenido de humedad sirvió para determinar la cantidad de agua que era necesaria para la fabricación de adobe y de mortero, teniendo en cuenta que, la Norma E.080

indica que debe ser como máximo un 20% de agua para la fabricación de adobe y mortero. El suelo obtuvo una medida de humedad de 3%.

17. Luego de efectuar los ensayos planteados, químicos, físicos y mecánicos en esta investigación se afirma que la adición de ambos componentes es satisfactorio para el comportamiento tanto de las unidades de adobes y en conjunto, es decir, en muros, por lo que se podría construir las viviendas de adobe con la dosificación de 10% que se demostró que tiene mejores resultados.

18. La evaluación económica nos da como resultado y presupuesto general que el módulo de vivienda de muros de adobe con adición de 10% de cal y cenizas de carbón en comparación con una vivienda de muros de adobe convencionales, aumenta en 8%, lo cual corresponde al costo de mano de obra en el proceso de mezclado y al transporte de los componentes adicionados.

VII. Recomendaciones

1. Se recomienda usar la dosificación planteada y comprobada en esta investigación con el fin de dar solución a la vulnerabilidad de las viviendas de adobe expuestas a fenómenos naturales como las lluvias.
2. Se debe tener cuidado en el procedimiento de preparación del barro, ya que al añadir estos componentes, como son la cal y la ceniza de carbón, se debe garantizar que la mezcla se homogénea y no quede ninguna partícula extraña que pueda afectar las dimensiones y comportamiento de las unidades de adobe.
3. Se recomienda utilizar moldes o gabras adecuadas o de un material que permita que las superficies de las caras de las unidades de adobe no tenga imperfecciones o tenga una excesiva variación dimensional.
4. Se debe tener en cuenta que antes de la fabricación de los adobes es importante conocer el tipo de suelo, la cantidad de gruesos y finos, ya que esto puede afectar sus propiedades químicas y mecánicas de las unidades de adobe.
5. Se evidenció que el ensayo de límites de consistencia otorga información sobre la consistencia de un suelo mediante un parámetro llamado Índice de Plasticidad, por eso es importante por tener un suelo con ambos componentes, consistencia y resistencia y sobre todo un suelo con más contenido de arcilla (los limos también son finos, pero tienen poca consistencia).
6. Se recomienda ampliar la investigación con el fin de buscar un porcentaje óptimo que aumente la resistencia del adobe a compresión, flexión y tracción de tal manera que se emplee en la sociedad.
7. Se recomienda extender este tipo de trabajos de investigación puesto que hoy en día, se busca mejorar de alguna manera las viviendas fabricadas de adobe, que aun predominan en las zonas rurales de algunos distritos de nuestro país, es decir buscar nuevos componentes que otorguen buenos resultados en las propiedades del adobe.
8. Adicionalmente se recomienda realizar estudios e investigaciones con el compuesto de cenizas de carbón producto de las ladrilleras artesanales, ya que en este proyecto

se realizó el ensayo químico, dando como resultado compuestos característicos del cemento, lo que podría beneficiar a cualquier material si se emplea por sí solo.

9. Considerar esta propuesta como un beneficio para el medio ambiente, puesto que se está utilizando las cenizas de carbón producto de las ladrilleras, que son arrojadas a la intemperie, y al ser utilizados se minimiza el impacto causado. Además al contribuir con las construcciones de adobe, se está solucionando gran parte de la problemática en la zona rural.
10. Se recomienda continuar con las investigaciones acerca del adobe, si bien es cierto, no es un material complejo como el concreto, pero es una solución a la problemática que existe en las zonas rurales. Asimismo con esta investigación se conocen nuevos componentes que sirven para mejorar sus propiedades y así generar una construcción estable.

VIII. Referencias

- [1] J. A. Lopez Galvez, "Evaluación funcional y constructiva de viviendas de adobe estabilizado en Cayalti.Programa COBE", UNI,Lima Perú, 2012.
- [2] Constitución Política del Perú, *Modificación del Artículo 163*, 2003.
- [3] P. A. Alday Jaime, "Efecto de los Estabilizadores en las propiedades físicas del adobe", Universidad Andrés Bello, Chile.
- [4] V. I. Romero Cuentas y C. D. Callasi Venero, "Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto", Universidad Andina del Cusco, Perú.2017
- [5] D. Cabrera Arias y W. Haynate Granados, "Mejoramiento de las Construcciones de Adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones", Pontificia Universidad Católica del Perú.2010.
- [6] K. Cubas Benavides y J. C. Falen Chávez Arroyo, "Evaluación de las Cenizas de Carbón para la Estabilización de Suelos Mediante Activación Alcalina y Aplicación en Carreteras no Pavimentadas",Universidad Señor de Sipán, Perú.
- [7] L. Mamani y A. Yataco, "Estabilización de Suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de las ladrilleras artesanales en el Departamento de Ayacucho", Universidad San Martín de Porres, Lima. Perú.2017.
- [8] R. d. C. Pérez Collantes , "Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos", Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- [9] M. Á. Ramírez Pacheco, "Deterioro y Estabilización del Aobe", Instituto Politécnico Nacional, México.
- [10] R. Calabuig Pastor, "Efecto de la Adición de la cal en las propiedades mecánicas y durabilidad de hormigones con contenidos en cenizas volantes silíceas", Universidad Politécnica de Valencia, España.
- [11] C. D. Díaz Ramírez y V. E. Puyén Lamas, "Evaluación de la Resistencia del Adobe Estabilizado a la acción del agua adicionando Jabonato de Alumbre o

- Mucílago de Cactus de San Pedro", Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo. Perú. 2019.
- [12] D. De la Peña Estrada, "Adobe, características y sus principales usos en la construcción", Instituto tecnológico de la construcción, México.
- [13] A. Prieto. *Construir con Adobe: fundamentos, reparación de daños y diseño contemporáneo*, México: Trillas, 2008.
- [14] Norma Técnica Peruana E.080 Adobe, Lima, 2016.
- [15] D. L. Quintana Choqueluque y M. O. Vera Salazar, "Evaluación de la Erosión y la Resistencia a Compresión de Adobe con Sustitución parcial y total de Agua en Peso por Mucílago de Tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%", Universidad Andina del Cusco, Perú.
- [16] L. A. Cardenas Paredes. *Análisis de la Vulnerabilidad del Hotel Comercio*, Lima, 2008.
- [17] F. Oshiro Higa. *Construcción de vivienda económica en adobe estabilizado*, Perú.
- [18] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2010, Manual de Construcción: Edificaciones Antísismicas de Adobe, Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010.
- [19] R. Morales Morales. *Manual para la construcción de viviendas de Adobe*, Lima: UNI.
- [20] Z. Huamán Patiño, "Análisis de la variación de las propiedades resistentes y físicas de un adobe estabilizado con cemento portland tipo IP respecto a un adobe tradicional", Universidad Andina del Cusco, Perú.
- [21] M. Mateos de Vicente. *Estabilización de Tierras para Pavimentos, cimientos, laderas, zanjas y casas de Adobe*. Madrid: Bellisco, 2014.
- [22] Programa Regional Aire Limpio. *Estudio Diagnóstico sobre las Ladrilleras Artesanales en el Perú*. Ministerio del Ambiente, Lima.
- [23] R. Perez, "Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos", Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. 2012.
- [24] Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

- [25] R. F. De la Cruz Molina y L. C. Guerrero Chupayo, "Técnicas de protección en construcciones de adobe con utilización de materiales propios de la zona, ante la exposición de lluvias, en el distrito de Lircay", Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.2012.
- [26] H. Hernández Sampieri, *Metodología de la Investigación*, México: MC.Draw Hill, 2010.
- [27] Programa Regional de Aire Limpio y Ministerio de Producción , *Estudio Diagnóstico sobre las Ladrilleras Artesanales en el Perú*.Perú.
- [28] K. E. Rivas Jarquín y C. M. Cerrato Cerrato.2016, "Pruebas de resistencia y calidad del suelo para la elaboración del bloque de adobe suelo cemento en la construcción de viviendas mínimas en el Municipio de San Rafael del Sur Comunidad La Gallina", Universidad Autónoma de Nicaragua, Nicaragua.
- [29] Instituto Nacional de Estadística e Informática, *Censos Nacionales 2007*, Lima.
- [30] J. Toraic Corral, "El suelo-cemento como material de construcción," *Redalyc*, vol. XXXIII, n° 4, pp. 520-571.
- [31] Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, NTP 339.129, 1999.
- [32] D. E. Bonilla Mancilla, "Factores de Corrección de la Resistencia en compresión de primas de albañilería por efectos de esbeltez", Pontifica Universidad Católica del Perú.
- [33] F. C. Lulichac Sáenz,"Determinación de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca", Universidad Privada del Norte, Perú.
- [34] B. Aguilar Prieto, *Construcción con Adobe: Fundamentos, reparación de daños y diseño contemporáneo*. México: Trillas, 2008.
- [35] J. Vargas Neumann, D. Torrealva y M. Blondet, *Adobe Reforzado con geomallas*, Lima: Fondo Editorial, 2007.
- [36] J. Borges Ramos, *Construcción con Tierra*, Madrid, 2010.
- [37] D. J. Luengas Machado y S. F. De la Rosa Parra, "Diseño y Construcción de un Simulador de LLuvia", Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2015.

[38] GoogleMaps (2019). [Internet]. Disponible en: <https://www.google.com>> maps

[39] USGS Science for a Chanping world. (2019). Disponible en:
<https://www.usgs.gov>>images

[40] O.V.Altamirano Carrasco, “Análisis de la Resistencia a Compresión del Adobe estabilizado con cal en la ciudad de Cajamarca”, Universidad de Cajamarca.

IX. ANEXOS

Anexo 1: Documentos

Documento 1: Declaración Jurada

ESTE DOCUMENTO NO
HA SIDO REDACTADO
EN ESTA NOTARÍA

EL NOTARIO NO SE RESPONSABILIZA POR
EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO.
ART.108 DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 104




“AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL”

DECLARACIÓN JURADA

Yo Grecia Darinka Sandoval Alvarado, estudiante de Ing. Civil Ambiental en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, con DNI N° 77350202, declaro BAJO JURAMENTO que el proyecto de tesis denominado **EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y LA RESISTENCIA DEL ADOBE ADICIONADO CON CENIZAS DE CARBÓN Y CAL** no ha sido desarrollado por otra institución, por lo cual firmo el siguiente documento en señal de veracidad.




Grecia D. Sandoval Alvarado
Estudiante de Ingeniería Civil Ambiental

CERTIFICO: LA AUTENTICIDAD DE LA FIRMA DE
Grecia Darinka Sandoval Alvarado
D.N.I. # 77350202 LA QUE LEGALIZO

CHICLAYO, 18 JUN 2018

Chiclayo, Junio 2018





Domingo E. Davila Fernandez
NOTARIO - ABOGADO
C. N. L. 18
ELIAS AGUIRRE N° 961 CHICLAYO
TELEFAX 233413
notariadef_1@hotmail.com



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS



REPORTE ANALISIS N°32- 2019 - UST-FIQA

07 de Junio del 2019

SOLICITANTE: GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO

ASUNTO ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

MUESTRA AGUA POTABLE

PROCEDENCIA TÚCUME

TIPO DE USO PARA CONSTRUCCION

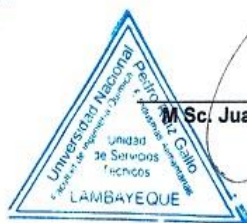
FECHA DE 07 DE JUNIO DE 2019

REPORTE

RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

DETERMINACION	VALOR NORMAL	MEDIDA	RESULTADOS
PH	6.5 - 8.5	Unidades	8.5
CLORUROS	250	ppmm	77.99
SULFATOS	250	ppmm	124.80

CONCLUSIONES: La Muestra de Agua Potable analizada en este laboratorio y cuyos resultados son los que se indican



M.Sc. Juan Carlos Díaz Visitación
ANALISTA



REPORTE ANALISIS N°08- 2019 - UST-FIQIA


01 de Marzo del 2019

SOLICITANTE : SANDOVAL ALVARADO GRECIA
ASUNTO : ANALISIS FISICO QUIMICO
MUESTRA : CENIZA DE LADRILLERA
TIPO DE USO : CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO
PROCEDENCIA : LADRILLERA ILLIMO
FECHA REPORTE : 01-03-2019

RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO

DETERMINACIÓN	MEDIDA	RESULTADO
Oxido de Silicio (SiO ₂)	%	38.00
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	%	14.20
Oxido de Hierro (FeO ₃)	%	7.8
Oxido de Calcio (CaO)	%	14.60
	%	25.4

CONCLUSIONES: la muestra de ceniza de ladrillera analizada en este laboratorio cuyos resultados son los que se indican.


 M. Sc. Juan Carlos Diaz Visitación
 Analista



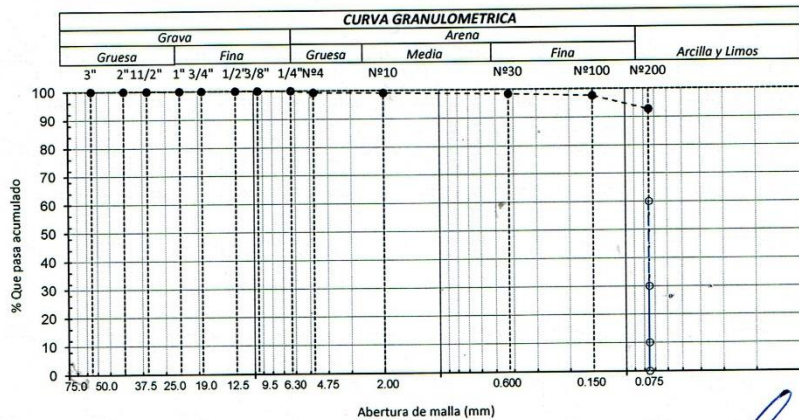


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

TESISTA : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO
 TESIS : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBON DE LA LADRILLERA ARTESANAL ILLIMO"
 UBICACIÓN : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : METODO DE ENSAYO PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 MUESTRA : N°1 PROCEDENCIA : TÚCUME

Peso inicial de Muestra Seca	500 gr.
Peso de la Muestra después del lavado	114.03 gr.
Pérdida por lavado	385.97 gr.
Peso de tara	74.06 gr.

TAMICES (Pul)	(mm)	PESO		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
		RETENIDO	PARCIAL			
3"	75.000	0.000	0.000	0.000	0.0	100.0
2 1/2"	63.000	0.000	0.000	0.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.000	0.000	0.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.000	0.000	0.000	0.0	100.0
1"	25.000	0.000	0.000	0.000	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.000	0.000	0.000	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.000	0.000	0.000	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.000	0.000	0.000	0.0	100.0
1/4"	6.300	0.000	0.000	0.000	0.0	100.0
N°10	2.000	3.630	0.700	0.7	99.3	
N°20	0.850	0.780	0.200	0.9	99.1	
N°40	0.425	1.480	0.300	1.2	98.8	
N°60	0.250	2.010	0.400	1.6	98.4	
N°80	0.180	4.020	0.800	2.4	97.6	
N°100	0.150	0.140	0.000	2.4	97.6	
N°200	0.075	23.870	4.800	7.2	92.8	
< N° 200	FONDO	2.59	0.500	7.7	92.3	



Nota
 Unidades en kilogramos y centímetros
 Carga admisible: 10.2 kg/cm²

Gredeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

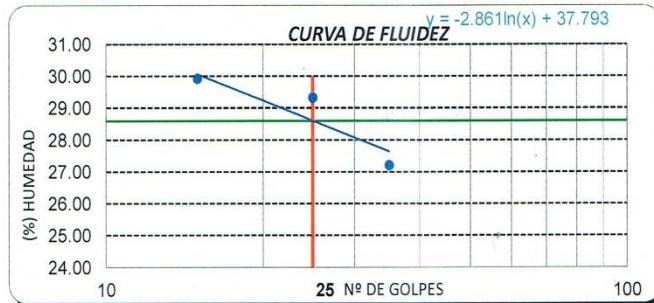
TESISTA : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBON DE LA LADRILLERA
UBICACIÓN : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
NORMA DE : N.T.P. 399.131 : METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO,
REFERENCIA LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE UN SUELO
MUESTRA : N°1 **PROCEDENCIA** : TUCUME

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico
	35	25	15	
N° de tarro	35	25	15	
N° de golpes	P.1	P.24	P.17	P.7
Tarro + suelo húmedo	25.76	20.11	26.87	22.49
Tarro + suelo seco	22.84	17.20	23.47	20.94
Agua	2.92	2.91	3.40	1.55
Peso del tarro	12.10	7.27	12.10	12.10
Peso del suelo seco	10.74	9.93	11.37	8.84
% de humedad	27.19	29.31	29.90	17.53

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido	28.58
Límite Plástico	17.53
Índice de Plasticidad	11.05

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	28.58 (%)
Límite Plástico (LP)	17.53 (%)
Índice Plástico (IP)	11.05 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	
Descripción	Suelo Arcilloso



Nota
 Unidades en kilogramos y centímetros
 Carga admisible: 10.2 kg/cm2

[Handwritten Signature]
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
AMBIENTAL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES,
SUELOS Y PAVIMENTOS

Av. San Josemaría Escrivá N°855 Chiclayo - Perú

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854


Tesista Grecia Sandoval Alvarado Grecia

Tesis "Evaluación de la Erosión y Resistencia a Compresión del Adobe de Túcume adicionado con cal y ceniza de carbón de la ladrillera artesanal Illimo"

	: C-1	
<u>Muestra</u>	: M - 1	
	: 0.00 - 0.30 m.	
Peso específico relativo de sólidos (G_s)	g/cm^3	2.672

	: C-1	
<u>Muestra</u>	: M - 2	
	: 0.00 - 0.30 m.	
Peso específico relativo de sólidos (G_s)	g/cm^3	2.644


Rivalmeyra Oblitas Heny
TECNICO DE LABORATORIO

 <p>USAT Universidad Católica Cusco - Sede de Moquegua</p>	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
	FACULTAD DE INGENIERIA
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

TESISTA : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO


TESIS : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBON "


ENSAYO : Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo

REFERENCIA N.T.P. 339.127

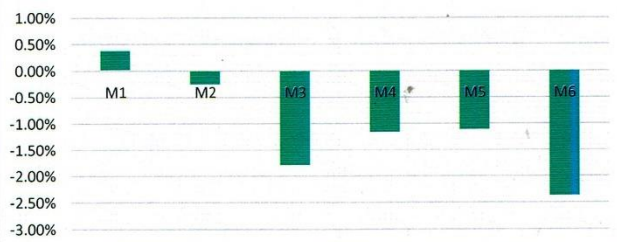
MUESTRA : M-1

	UND	M1
Numero de tara	Nº	1
Peso de la muestra humeda	gr.	1441.58
Peso de la muestra seca	gr.	1391.52
Peso del Agua	gr.	50.06
Peso de recipiente	gr.	112.13
Peso de la muestra seca utilizado	gr.	1279.39
Contenido de humedad	%	3.912802


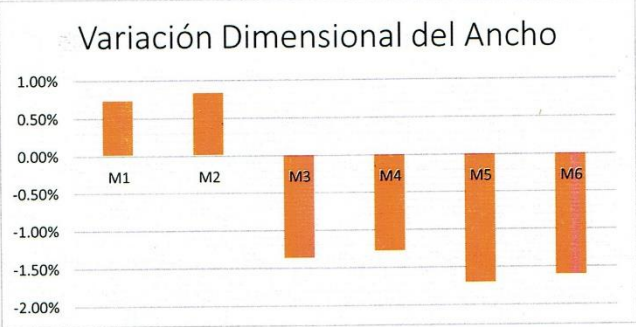


 Rispero Meyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú											
	TESIS : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO TESIS : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBON DE LA LADRILLERA ARTESANAL ILLIMO" NORMA REFERENCIAL : N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN) ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE ADOBE											
Adobe	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
Muestra	30.36	30.3	29.85	29.94	20.36	20.46	19.76	20	9.015	8.097	8.061	8
Muestra	30.83	29.34	29.84	29.68	20.27	20.77	19.55	20.07	8.096	8.045	8.096	7.081
Muestra	29.53	29.74	29.12	29.46	19.55	19.86	19.94	19.55	8.082	8.081	8.067	8.01
Muestra	29.96	29.35	29.75	29.54	19.75	19.85	19.66	19.71	8.078	8.045	8.077	8.078
Muestra	29.3	29.74	29.91	29.71	19.82	19.41	19.64	19.76	8.096	8.093	9.056	9.07
Muestra	29.17	29.22	29.33	29.43	19.75	19.61	19.72	19.63	8.007	7.087	7.042	7.052
	LP(cm)	AP(cm)	HP(cm)	VDL(%)	VDA(%)	VDH(%)	PROMEDIO					
M1	30.1125	20.145	8.2933	0.37%	0.72%	-17.07%	VDL(%)	-1.06%				
M2	29.9225	20.165	7.8295	-0.26%	0.82%	-21.71%	VDA(%)	-0.74%				
M3	29.4625	19.725	8.06	-1.79%	-1.38%	-19.40%	VDH(%)	-19.8%				
M4	29.65	19.743	8.0695	-1.17%	-1.29%	-19.31%						
M5	29.665	19.658	8.5788	-1.12%	-1.71%	-14.21%						
M6	29.2875	19.678	7.297	-2.37%	-1.6%	-27.03%						


Variación Dimensional del Largo




 RIVERA OBLITAS HENRY
 TÉCNICO DE LABORATORIO

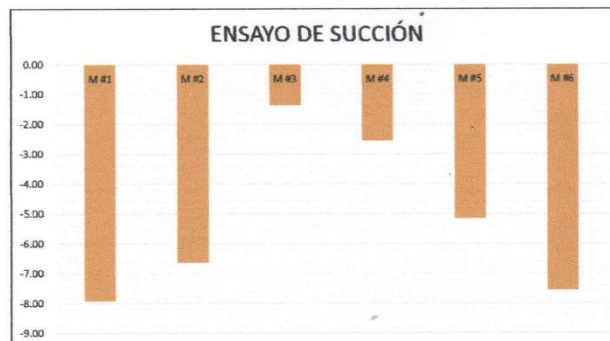
 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p>	<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL</p> <p>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p>Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú</p>																												
TESISTA	: GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO																												
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBÓN DE LA LADRILLERA ARTESANAL ILLIMO"																												
NORMA REFERENCIAL	: N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)																												
ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE ADOBE																													
<div style="text-align: center;"> <p>Variación Dimensional del Ancho</p>  <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>Variación Dimensional del Ancho</caption> <thead> <tr><th>Muestra</th><th>Variación (%)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>M1</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>M2</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>M3</td><td>-1.35</td></tr> <tr><td>M4</td><td>-1.25</td></tr> <tr><td>M5</td><td>-1.65</td></tr> <tr><td>M6</td><td>-1.55</td></tr> </tbody> </table> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>Variación Dimensional de la Altura</p>  <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>Variación Dimensional de la Altura</caption> <thead> <tr><th>Muestra</th><th>Variación (%)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>M1</td><td>-15.5</td></tr> <tr><td>M2</td><td>-21.5</td></tr> <tr><td>M3</td><td>-18.5</td></tr> <tr><td>M4</td><td>-18.5</td></tr> <tr><td>M5</td><td>-12.5</td></tr> <tr><td>M6</td><td>-26.5</td></tr> </tbody> </table> </div>		Muestra	Variación (%)	M1	0.75	M2	0.85	M3	-1.35	M4	-1.25	M5	-1.65	M6	-1.55	Muestra	Variación (%)	M1	-15.5	M2	-21.5	M3	-18.5	M4	-18.5	M5	-12.5	M6	-26.5
Muestra	Variación (%)																												
M1	0.75																												
M2	0.85																												
M3	-1.35																												
M4	-1.25																												
M5	-1.65																												
M6	-1.55																												
Muestra	Variación (%)																												
M1	-15.5																												
M2	-21.5																												
M3	-18.5																												
M4	-18.5																												
M5	-12.5																												
M6	-26.5																												



 Rivindeyra Oblltas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO


	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
	FACULTAD DE INGENIERIA
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

TESIS: : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO
 : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBON DE LA LADRILLERA ARTESANAL "
 NORMA : N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA REFERENCIAL (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)

ENSAYO DE SUCCIÓN								Succión Promedio
ADOBE NORMAL (S100-CF0-C0)								
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	
M #1	30.11	20.15	606.62	8.76	8.52	-24.00	-7.91	
M #2	29.92	20.17	603.39	8.23	8.03	-20.00	-6.63	
M #3	29.46	19.73	581.15	8.05	8.01	-4.00	-1.38	
M #4	29.65	19.74	585.37	8.23	8.15	-7.50	-2.56	
M #5	29.67	19.66	583.14	8.64	8.49	-15.00	-5.14	
M #6	29.29	19.89	582.53	8.48	8.26	-22.00	-7.55	




 Rivaldeyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

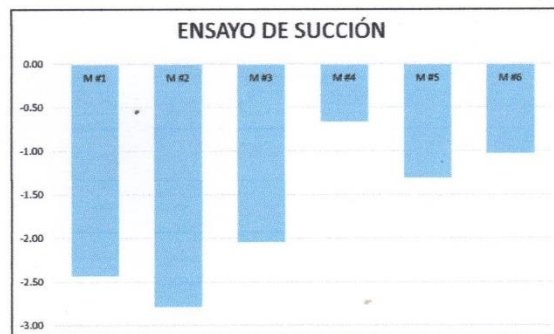
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
	FACULTAD DE INGENIERIA
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

TESISTA: GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO


TESIS: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBÓN DE LA LADRILLERA ARTESANAL "

NORMA : N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA REFERENC (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)

ENSAYO DE SUCCIÓN								Succión Promedio
ADOBE 3% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S94-CF3-C3))								
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	
M #1	29.16	19.75	575.91	9.35	9.28	-7.00	-2.43	
M #2	29.57	19.43	574.55	9.28	9.20	-8.00	-2.78	
M #3	29.84	19.65	586.36	9.73	9.67	-6.00	-2.05	
M #4	30.15	20.10	606.02	9.87	9.85	-2.00	-0.66	
M #5	30.20	20.25	611.55	9.91	9.87	-4.00	-1.31	
M #6	29.43	19.86	584.48	9.78	9.75	-3.00	-1.03	

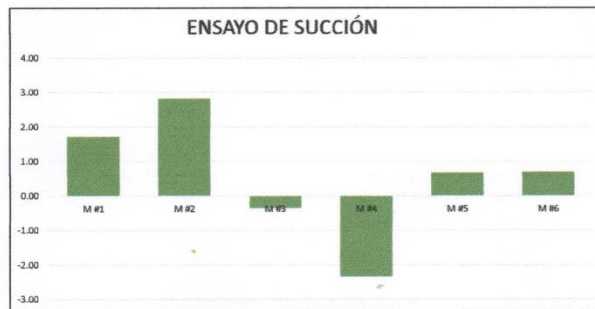


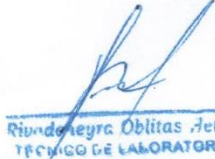

 Rivaspeyrol Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO


 <p>USAT Universidad Católica Santa Toribio de Mogrovejo</p>	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
	FACULTAD DE INGENIERÍA
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

TESIS: : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO
 TESIS: : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBÓN DE LA LADRILLERA ARTESANAL"
 NORMA : N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA REFERENC (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)

ENSAYO DE SUCCIÓN								Succión Promedio
ADOBE 5% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S90-CF5-C5)								
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	
M #1	29.92	19.35	578.95	9.75	9.80	5.00	1.73	1.475
M #2	29.30	19.40	568.42	9.50	9.58	8.00	2.81	
M #3	29.80	19.84	591.23	9.86	9.85	-1.00	-0.34	
M #4	29.90	20.05	599.50	9.90	9.83	-7.00	-2.34	
M #5	30.15	20.00	603.00	9.93	9.95	2.00	0.66	
M #6	29.20	19.75	576.70	9.70	9.72	2.00	0.69	




 Ríndoneyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

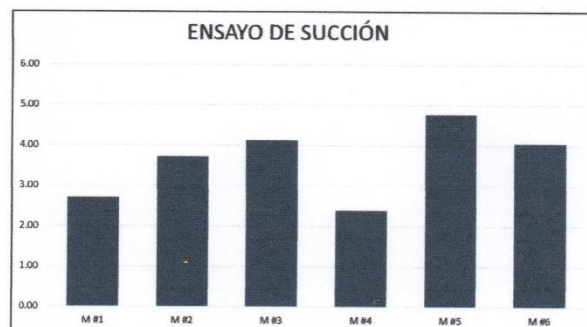
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
	FACULTAD DE INGENIERIA
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú


TESISTA: GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO


TESIS: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBÓN DE LA LADRILLERA ARTESANAL"

NORMA : N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA REFERENC (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)

ENSAYO DE SUCCIÓN								Succión Promedio
ADOBE 8% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S84-CF8-C8)								
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	
M #1	29.86	19.80	591.23	9.90	9.98	8.00	2.71	4.171
M #2	29.75	19.85	590.54	9.84	9.95	11.00	3.73	
M #3	29.68	19.55	580.24	9.75	9.87	12.00	4.14	
M #4	29.72	19.67	584.59	9.78	9.85	7.00	2.39	
M #5	29.78	19.70	586.67	9.80	9.94	14.00	4.77	
M #6	29.88	19.83	592.52	9.93	10.05	12.00	4.05	





 Rivasdeyry Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO


	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
	FACULTAD DE INGENIERIA
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

TESIS: : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO
 TESIS: : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBON DE LA LADRILLERA ARTESANAL "
 NORMA : N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA REFERENCIAL (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)

ENSAYO DE SUCCIÓN								Succión Promedio
ADOBE 10% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S100-CF10-C10)								
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	
M #1	29.93	20.15	602.94	9.86	9.94	8.00	2.65	7.787
M #2	29.23	20.03	585.48	9.53	9.74	20.90	7.14	
M #3	30.01	20.11	603.50	9.34	9.59	25.00	8.28	
M #4	29.64	19.84	588.06	9.23	9.47	24.00	8.16	
M #5	29.36	19.39	569.29	9.41	9.56	15.00	5.27	
M #6	29.91	19.46	582.05	9.56	9.78	22.00	7.56	




 Ríndezmeyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

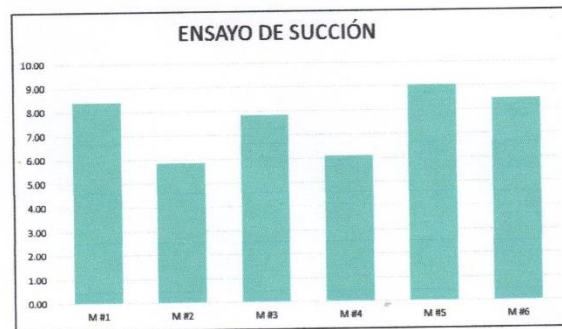
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
	FACULTAD DE INGENIERIA
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

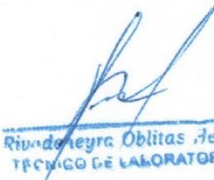
TESISTA: GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO

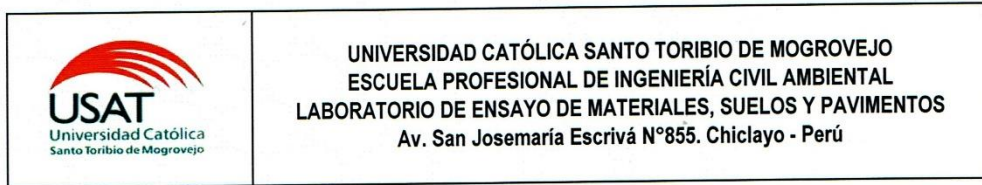
TESIS: "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBÓN DE LA LADRILLERA ARTESANAL "

NORMA : N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA REFERENC (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN)

ENSAYO DE SUCCIÓN								Succión Promedio
ADOBE 12% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S76-CF12-C12))								
	L (cm)	A(cm)	Área (cm ²)	Peso Seco	Peso Final	Peso de Agua	Succión	
M #1	29.25	19.55	571.84	9.58	9.82	24.00	8.39	8.429
M #2	29.75	19.52	580.72	9.56	9.73	17.00	5.85	
M #3	29.68	19.78	587.07	9.60	9.83	23.00	7.84	
M #4	29.72	19.85	589.94	9.67	9.85	18.00	6.10	
M #5	29.78	19.33	575.65	9.65	9.91	26.00	9.03	
M #6	29.88	19.80	591.62	9.70	9.95	25.00	8.45	




 Rivedeysa Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



TESISTA : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBÓN DE LA LADRILLERA ARTESANAL ILLIMO"
UBICACIÓN : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA (RESISTENCIA)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS EN UNIDADES DE ADOBE

% CENIZA Y	ADOBE	SUPERIOR		INFERIOR		DIMENSIONES		Área de Contacto	Carga (kg)	F'm (kg/cm ²)	PROMEDIO
		Largo(cm)	Ancho (cm)	Largo(cm)	Ancho (cm)	Largo(cm)	Ancho (cm)				
0%	1	19.54	15.75	19.96	15.2	19.75	15.48	305.631	3090	10.110	9.84
	2	19.37	14.31	19.32	14.12	19.35	14.22	274.989	2630	9.564	
3%	1	19.74	14.25	19.37	14.52	19.555	14.385	281.30	4170	14.82	12.61
	2	19.44	14.94	19.31	14.86	19.375	14.9	288.69	3000	10.39	
5%	1	19.74	14.24	19.43	14.73	19.59	14.49	283.689	2830	9.976	11.12
	2	19.37	14.42	19.75	14.26	19.56	14.34	280.490	3440	12.264	
8%	1	19.95	14.64	19.61	14.34	19.78	14.49	286.612	3030	10.572	9.92
	2	19.87	14.86	19.95	14.64	19.91	14.75	293.673	2720	9.262	
10%	1	19.24	14.23	19.72	14.52	19.48	14.38	280.025	3080	10.999	10.55
	2	19.31	14.61	19.31	14.21	19.31	14.41	278.257	2810	10.099	
12%	1	19.23	14.84	19.23	14.7	19.23	14.77	284.027	3380	11.900	10.47
	2	19.82	14.41	19.78	14.74	19.80	14.58	288.585	2610	9.044	

RESUMEN

Muestra Patrón	9.84
Muestra S94-CF3-C3	12.61
Muestra S90-CF5-C5	11.12
Muestra S84-CF8-C8	9.92
Muestra S80-CF10-C10	10.55
Muestra S76-CF12-C12	10.47

Rivadeneira Oblitas Jeni
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Nota
 Unidades en kilogramos y centímetros
 Carga admisible: 10.2 kg/cm²

Rivadeneira Oblitas Jeni
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

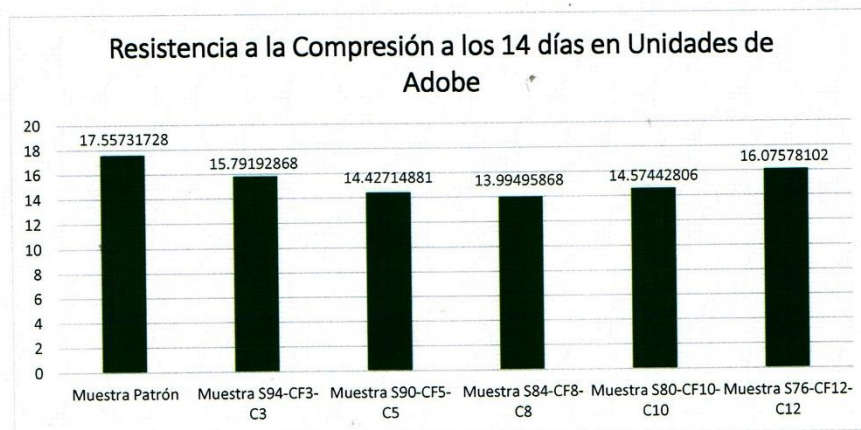
TESISTA : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBON DE LA LADRILLERA ARTESANAL ILLIMO"
UBICACIÓN : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
NORMA DE : N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE
REFERENCIA LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA (RESISTENCIA)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DIAS EN UNIDADES DE ADOBE

% CENIZA Y CAL	ADOBE	SUPERIOR		INFERIOR		DIMENSIONES		Área de Contacto	Carga (kg)	Fm (kg/cm ²)	PROMEDIO
		Largo(cm)	Ancho (cm)	Largo(cm)	Ancho (cm)	Largo(cm)	Ancho (cm)				
0%	1	20.81	14.34	19.86	13.55	20.34	13.95	283.572	5440	19.184	17.56
	2	19.77	14.42	19.78	14.72	19.78	14.57	288.122	4590	15.931	
3%	5	19.45	14.61	19.53	14.6	19.49	14.61	284.65	4250	14.931	15.79
	6	19.14	14.42	19.56	14.13	19.35	14.28	276.22	4600	16.653	
5%	5	19.64	14.37	19.24	14.76	19.44	14.57	283.144	3990	14.092	14.43
	6	19.34	13.77	19.52	14.26	19.43	14.02	272.311	4020	14.763	
8%	5	19.8	14.31	19.78	14.45	19.79	14.38	284.580	3880	13.634	13.99
	6	19.57	14.52	19.64	14.26	19.61	14.39	282.116	4050	14.356	
10%	3	19.68	14.34	19.86	14.33	19.77	14.34	283.403	3920	13.832	14.57
	4	19.9	14.34	19.63	14.86	19.77	14.60	288.569	4420	15.317	
12%	4	19.81	14.63	19.82	14.76	19.82	14.70	291.181	4820	16.553	16.08
	6	19.76	14.65	19.72	13.54	19.74	14.10	278.235	4340	15.598	

RESUMEN

Muestra Patrón	17.56
Muestra S94-CF3-C3	15.79
Muestra S90-CF5-C5	14.43
Muestra S84-CF8-C8	13.99
Muestra S80-CF10-C10	14.57
Muestra S76-CF12-C12	16.08



Nota
 Unidades en kilogramos y centímetros
 Carga admisible:

10.2 kg/cm²

Rivado Leyra Obdías Henrí

 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú
--	---

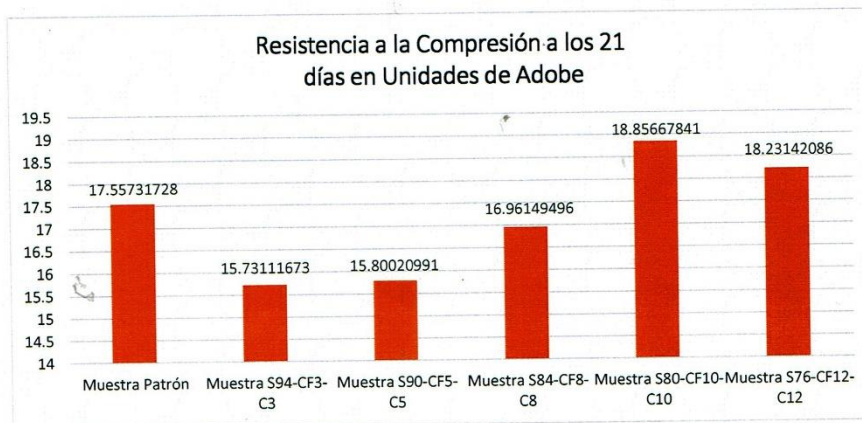
TESISTA : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBON DE LA LADRILLERA ARTESANAL ILLIMO"
UBICACIÓN : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
NORMA DE : N.T.P. 399.613: MÉTODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE
REFERENCIA LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERÍA (RESISTENCIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 21 DIAS EN UNIDADES DE ADOBE

% CENIZA Y CAL	ADOBE	SUPERIOR		INFERIOR		DIMENSIONES		Área de Contacto	Carga (kg)	F'm (kg/cm ²)	PROMEDIO
		Largo(cm)	Ancho (cm)	Largo(cm)	Ancho (cm)	Largo(cm)	Ancho (cm)				
0%	1	20.81	14.34	19.86	13.55	20.34	13.95	283.572	5440	19.184	17.56
	3	19.77	14.42	19.78	14.72	19.78	14.57	288.122	4590	15.931	
3%	3	19.83	14.72	19.74	14.77	19.79	14.75	291.73	4250	14.568	15.73
	4	19.98	14.98	19.64	14.96	19.81	14.97	296.56	5010	16.894	
5%	3	19.31	14.82	19.41	13.46	19.36	14.14	273.750	4400	16.073	15.80
	4	19.98	14.61	19.92	14.25	19.95	14.43	287.879	4470	15.527	
8%	5	19.77	14.62	19.86	14.47	19.82	14.55	288.209	4860	16.863	16.96
	6	19.78	14.25	19.85	13.32	19.82	13.79	273.150	4660	17.060	
10%	5	19.77	14.32	19.87	14.46	19.82	14.39	285.210	5270	18.478	18.86
	6	19.86	14.26	19.78	14.33	19.82	14.30	283.327	5450	19.236	
12%	3	19.67	14.72	19.66	14.56	19.67	14.64	287.896	4800	16.673	18.23
	5	19.74	14.77	19.84	14.44	19.79	14.61	289.033	5720	19.790	

RESUMEN

Muestra Patrón	17.56
Muestra S94-CF3-C3	15.73
Muestra S90-CF5-C5	15.80
Muestra S84-CF8-C8	16.96
Muestra S80-CF10-C10	18.86
Muestra S76-CF12-C12	18.23



Nota
 Unidades en kilogramos y centímetros
 Carga admisible: 10.2 kg/cm²


Riviera Obitas Henry

INFORME DE ENSAYO N° 6

Solicitante : GRECIA SANDOVAL ALVARADO
 Obras : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TÚCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN, DIST. TÚCUME, PROV. LAMBAYEQUE, REG. LAMBAYEQUE
 Ubicación : Dist. Túcume, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 12 de Junio del 2020


Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta cm ²	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
01	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA PATRÓN	98	990	10
02	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA PATRÓN	100	1040	10
03	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA PATRÓN	97	950	10
04	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA PATRÓN	96	810	8
05	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA PATRÓN	98	750	8
06	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA PATRÓN	97	910	9

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Fecha de Vaciado ; 16/05/2020 Se ensayo a compresión el día ; 12/06/2020.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Fierro Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 1

Solicitante : GRECIA SANDOVAL ALVARADO
 Obras : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TÚCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN, DIST. TÚCUME, PROV. LAMBAYEQUE, REG. LAMBAYEQUE
 Ubicación : Dist. Túcume, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 12 de Junio del 2020


Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta cm ²	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
01	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 3%	96	1090	11
02	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 3%	96	1140	12
03	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 3%	95	1080	11
04	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 3%	97	1200	12
05	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 3%	97	1045	11
06	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 3%	96	988	10

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Fecha de Vaciado ; 16/05/2020 Se ensayo a compresión el día ; 12/06/2020.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2

Solicitante : GRECIA SANDOVAL ALVARADO
 Obras : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TÚCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN, DIST. TÚCUME, PROV. LAMBAYEQUE, REG. LAMBAYEQUE
 Ubicación : Dist. Túcume, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 12 de Junio del 2020

Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta cm ²	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
01	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 5%	98	1200	12
02	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 5%	97	1180	12
03	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 5%	98	1150	12
04	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 5%	97	1220	13
05	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 5%	99	1130	11
06	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 5%	97	1190	12

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Fecha de Vaciado ; 16/05/2020 Se ensayo a compresión el día ; 12/06/2020.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3

Solicitante : GRECIA SANDOVAL ALVARADO
Obras : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TÚCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN, DIST. TÚCUME, PROV. LAMBAYEQUE, REG. LAMBAYEQUE
Ubicación : Dist. Túcume, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 12 de Junio del 2020


Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta cm ²	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
01	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 8%	98	1275	13
02	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 8%	98	1285	13
03	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 8%	97	1261	13
04	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 8%	99	1287	13
05	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 8%	100	1350	14
06	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 8%	99	1386	14

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Fecha de Vaciado ; 16/05/2020 Se ensayo a compresión el día ; 12/06/2020.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 4

Solicitante : GRECIA SANDOVAL ALVARADO
 Obras : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TÚCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN, DIST. TÚCUME, PROV. LAMBAYEQUE, REG. LAMBAYEQUE
 Ubicación : Dist. Túcume, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 12 de Junio del 2020


Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta cm ²	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
01	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 10%	97	1365	14
02	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 10%	98	1450	15
03	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 10%	99	1470	15
04	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 10%	97	1480	15
05	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 10%	98	1500	15
06	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 10%	98	1420	14

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Fecha de Vaciado : 16/05/2020 Se ensayo a compresión el día : 12/06/2020.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 5

Solicitante : GRECIA SANDOVAL ALVARADO
 Obras : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TÚCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN, DIST. TÚCUME, PROV. LAMBAYEQUE, REG. LAMBAYEQUE
 Ubicación : Dist. Túcume, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 12 de Junio del 2020


Muestra N°	Denominación de la unidad	Área bruta cm ²	Carga (kg)	F'b (kg/cm ²)
01	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 12%	100	1500	15
02	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 12%	100	1530	15
03	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 12%	98	1370	14
04	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 12%	99	1390	14
05	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 12%	99	1445	15
06	ADOQUINES DE ADOBE-MUESTRA DE 12%	98	1410	14

OBSERVACIONES :

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- Fecha de Vaciado ; 16/05/2020 Se ensayo a compresión el día ; 12/06/2020.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ADMISIBLE F_m


Muro 3%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F _m corr.
N°		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.7	1.528	588	7230	0.96	12
02	M-2	29.9	19.9	1.503	589	7150	0.96	12
03	M-3	30.1	20.5	1.466	612	7720	0.96	12
04	M-4	30.2	19.8	1.525	592	7260	0.96	12
05	M-5	29.8	19.1	1.560	565	7100	0.96	12
06	M-6	30.2	19.7	1.533	587	7250	0.96	12

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 Rivalreyra Oblitas Newy
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

RESISTENCIA ULTIMA FM


Muro 3%

Muestra Nº	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	F'm corr.	Coef.	Fm
		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.7	1.528	588	12	0.40	4.74
02	M-2	29.9	19.9	1.503	589	12	0.40	4.66
03	M-3	30.1	20.5	1.466	612	12	0.40	4.83
04	M-4	30.2	19.8	1.525	592	12	0.40	4.72
05	M-5	29.8	19.1	1.560	565	12	0.40	4.82
06	M-6	30.2	19.7	1.533	587	12	0.40	4.74

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 RIVERA OBLITAS HENRY
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO ADMISIBLE DE COMPRESIÓN POR APLASTAMIENTO


Muro 3%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.7	1.528	588	4.74	1.25	5.92
02	M-2	29.9	19.9	1.503	589	4.66	1.25	5.83
03	M-3	30.1	20.5	1.466	612	4.83	1.25	6.04
04	M-4	30.2	19.8	1.525	592	4.72	1.25	5.90
05	M-5	29.8	19.1	1.560	565	4.82	1.25	6.03
06	M-6	30.2	19.7	1.533	587	4.74	1.25	5.93

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 RIVERA MEYRA OBLITAS MEYRA
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO: N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAY : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la
 resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Muro 3%

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
Nº	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	588	7130	4.74	5.92	Resistencia Baja
02	M-2	589	7850	4.66	5.83	Resistencia Baja
03	M-3	612	7760	4.83	6.04	Resistencia Baja
04	M-4	592	7690	4.72	5.90	Resistencia Baja
05	M-5	565	7480	4.82	6.03	Resistencia Baja
06	M-6	587	8010	4.74	5.93	Resistencia Baja

DONDE :

h : altura del prisma. La resistencia última es 6.12kgf/cm²

e : espesor del prisma.

Riva Obitas Menz

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ADMISIBLE F'M


Muro 5%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
N°		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.5	1.528	579	7350	0.96	12
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	7385	0.96	12
03	M-3	30.2	19.7	1.533	589	7460	0.96	12
04	M-4	29.9	19.9	1.503	593	7485	0.96	12
05	M-5	30.3	19.8	1.530	590	7476	0.96	12
06	M-6	30.1	19.7	1.528	585	7400	0.96	12

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 Ricardo Obilias Jara
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

RESISTENCIA ULTIMA FM


Muro 5%

Muestra N°	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	F'm corr.	Coef.	Fm
		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.5	1.528	579	12	0.40	4.88
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	12	0.40	4.88
03	M-3	30.2	19.7	1.533	589	12	0.40	4.88
04	M-4	29.9	19.9	1.503	593	12	0.40	4.85
05	M-5	30.3	19.8	1.530	590	12	0.40	4.87
06	M-6	30.1	19.7	1.528	585	12	0.40	4.86

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 Rivas Ingra Obilias Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO ADMISIBLE DE COMPRESIÓN POR APLASTAMIENTO


Muro 5%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.5	1.528	579	4.88	1.25	6.11
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	4.88	1.25	6.10
03	M-3	30.2	19.7	1.533	589	4.88	1.25	6.10
04	M-4	29.9	19.9	1.503	593	4.85	1.25	6.06
05	M-5	30.3	19.8	1.530	590	4.87	1.25	6.08
06	M-6	30.1	19.7	1.528	585	4.86	1.25	6.07

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 Rivaldo Obispo Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO: N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO: UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería


Muro 5%

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
Nº	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	579	7220	4.88	6.11	Resistencia Baja
02	M-2	582	7160	4.88	6.10	Resistencia Baja
03	M-3	589	7210	4.88	6.10	Resistencia Baja
04	M-4	593	7245	4.85	6.06	Resistencia Baja
05	M-5	590	7235	4.87	6.08	Resistencia Baja
06	M-6	585	7195	4.86	6.07	Resistencia Baja

DONDE:

h : altura del prisma. La resistencia última es 6.12kgf/cm²

e : espesor del prisma.


 Ricardo Xeyra Oblitas Jentz
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ADMISIBLE F_M

Muro 8%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F _m corr.
N°		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.6	1.536	584	7420	0.96	12
02	M-2	30.2	20.2	1.495	604	7740	0.96	12
03	M-3	29.8	19.6	1.520	584	7660	0.96	13
04	M-4	29.9	19.7	1.518	583	7645	0.96	13
05	M-5	30.2	19.9	1.518	595	7755	0.96	13
06	M-6	30.3	19.9	1.523	591	7660	0.96	12

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.

[Firma]
 Ricardo Obitas Jent
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

RESISTENCIA ULTIMA FM

Muro 8%

Muestra Nº	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	F'm corr.	Coef.	Fm
		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.6	1.536	584	12	0.40	4.89
02	M-2	30.2	20.2	1.495	604	12	0.40	4.92
03	M-3	29.8	19.6	1.520	584	13	0.40	5.04
04	M-4	29.9	19.7	1.518	583	13	0.40	5.04
05	M-5	30.2	19.9	1.518	595	13	0.40	5.00
06	M-6	30.3	19.9	1.523	591	12	0.40	4.98

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.

RIVERA MEYRA OBLITAS HENRY
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO ADMISIBLE DE COMPRESIÓN POR APLASTAMIENTO


Muro 8%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.1	19.6	1.536	584	4.89	1.25	6.12
02	M-2	30.2	20.2	1.495	604	4.92	1.25	6.15
03	M-3	29.8	19.6	1.520	584	5.04	1.25	6.31
04	M-4	29.9	19.7	1.518	583	5.04	1.25	6.30
05	M-5	30.2	19.9	1.518	595	5.00	1.25	6.26
06	M-6	30.3	19.9	1.523	591	4.98	1.25	6.22

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 Ricardo Obdías Henríquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO: N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO: UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería


Muro 8%

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
Nº	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	584	7220	4.89	6.12	Resistencia Aceptable
02	M-2	604	7160	4.92	6.15	Resistencia Aceptable
03	M-3	584	7210	5.04	6.31	Resistencia Aceptable
04	M-4	583	7245	5.04	6.30	Resistencia Aceptable
05	M-5	595	7235	5.00	6.26	Resistencia Aceptable
06	M-6	591	7195	4.98	6.22	Resistencia Aceptable

DONDE:

h : altura del prisma. La resistencia última es 6.12kgf/cm²

e : espesor del prisma.


 Rivaldo Obilias Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ADMISIBLE F_M

Muro 10%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	30.3	19.8	1.532	589	7950	0.96	13
02	M-2	30.2	19.5	1.544	581	7850	0.96	13
03	M-3	30.2	20.5	1.469	501	7760	0.96	15
04	M-4	30.1	19.6	1.538	549	7690	0.96	13
05	M-5	30.2	19.3	1.560	579	7480	0.96	12
06	M-6	30.1	19.8	1.522	579	8010	0.96	13

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 Denys Oblitas Jenti
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

RESISTENCIA ULTIMA FM

Muro 10%

Muestra Nº	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	F'm corr.	Coef.	Fm
		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.3	19.8	1.532	589	13	0.40	5.20
02	M-2	30.2	19.5	1.544	581	13	0.40	5.21
03	M-3	30.2	20.5	1.469	501	15	0.40	5.93
04	M-4	30.1	19.6	1.538	549	13	0.40	5.40
05	M-5	30.2	19.3	1.560	579	12	0.40	4.96
06	M-6	30.1	19.8	1.522	579	13	0.40	5.32

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 Rivas de Araya Oblitas Jery
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO ADMISIBLE DE COMPRESIÓN POR APLASTAMIENTO

Muro 10%

Muestra N°	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.3	19.8	1.532	589	5.20	1.25	6.50
02	M-2	30.2	19.5	1.544	581	5.21	1.25	6.51
03	M-3	30.2	20.5	1.469	501	5.93	1.25	7.41
04	M-4	30.1	19.6	1.538	549	5.40	1.25	6.75
05	M-5	30.2	19.3	1.560	579	4.96	1.25	6.21
06	M-6	30.1	19.8	1.522	579	5.32	1.25	6.65

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 R. Obitas Aery
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO: N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAY: UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

Muro 10%

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
N°	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	589	7950	5.20	6.50	Resistencia Aceptable
02	M-2	581	7850	5.21	6.51	Resistencia Aceptable
03	M-3	501	7760	5.93	7.41	Resistencia Aceptable
04	M-4	549	7690	5.40	6.75	Resistencia Aceptable
05	M-5	579	7480	4.96	6.21	Resistencia Aceptable
06	M-6	579	8010	5.32	6.65	Resistencia Aceptable

DONDE:

h : altura del prisma. La resistencia última es 6.12kgf/cm²

e : espesor del prisma.


 Ruy de la Cruz Oblitas Henríquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO ADMISIBLE DE COMPRESIÓN POR APLASTAMIENTO

Muro 12%

Muestra N°	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.2	19.8	1.525	592	5.78	1.25	7.23
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	5.86	1.25	7.33
03	M-3	30.1	19.6	1.536	580	5.81	1.25	7.26
04	M-4	30.2	19.9	1.518	595	5.46	1.25	6.83
05	M-5	30.3	19.6	1.546	582	5.79	1.25	7.24
06	M-6	30.1	19.8	1.520	590	5.76	1.25	7.20

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.

[Firma]
 Ruy de Aguirre Oblitas Acuña
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

RESISTENCIA ULTIMA FM

Muro 12%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	F'm corr.	Coef.	Fm
N°		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	30.2	19.8	1.525	592	14	0.40	5.78
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	15	0.40	5.86
03	M-3	30.1	19.6	1.536	580	15	0.40	5.81
04	M-4	30.2	19.9	1.518	595	14	0.40	5.46
05	M-5	30.3	19.6	1.546	582	14	0.40	5.79
06	M-6	30.1	19.8	1.520	590	14	0.40	5.76

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.

Rivera Obitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ADMISIBLE F_m


Muro 12%

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F _m corr.
N°		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	30.2	19.8	1.525	592	8895	0.96	14
02	M-2	29.9	19.6	1.526	582	8865	0.96	15
03	M-3	30.1	19.6	1.536	580	8750	0.96	15
04	M-4	30.2	19.9	1.518	595	8450	0.96	14
05	M-5	30.3	19.6	1.546	582	8780	0.96	14
06	M-6	30.1	19.8	1.520	590	8850	0.96	14

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 Gabriela Obllitas Jentis
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO: N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAY : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la
 resistencia a la compresión de prisma de albañilería


Muro 12%

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
Nº	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	592	7220	5.78	7.23	Resistencia Aceptable
02	M-2	582	7160	5.86	7.33	Resistencia Aceptable
03	M-3	580	7210	5.81	7.26	Resistencia Aceptable
04	M-4	595	7245	5.46	6.83	Resistencia Aceptable
05	M-5	582	7235	5.79	7.24	Resistencia Aceptable
06	M-6	590	7195	5.76	7.20	Resistencia Aceptable

DONDE :

h : altura del prisma. La resistencia última es 6.12kgf/cm²

e : espesor del prisma.


 Raul Alexey Oblitas Jent
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

RESISTENCIA ULTIMA FM

Muro Patrón

Muestra Nº	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm corr.	Coef.	Fm
		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.6	1.520	573	12	0.40	4.79
02	M-2	29.1	19.5	1.489	581	12	0.40	4.81
03	M-3	30.0	19.9	1.508	589	12	0.40	4.74
04	M-4	29.7	19.6	1.515	582	12	0.40	4.62
05	M-5	30.2	19.7	1.531	583	12	0.40	4.86
06	M-6	30.1	19.8	1.522	592	13	0.40	5.00

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.


 Riveloberto Oblitas Araya
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería
 ESFUERZO ADMISIBLE DE COMPRESIÓN POR APLASTAMIENTO

Muro Patrón

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Fm	Coef.	Fm
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.6	1.520	573	4.79	1.25	5.99
02	M-2	29.1	19.5	1.489	581	4.81	1.25	6.02
03	M-3	30.0	19.9	1.508	589	4.74	1.25	5.93
04	M-4	29.7	19.6	1.515	582	4.62	1.25	5.77
05	M-5	30.2	19.7	1.531	583	4.86	1.25	6.07
06	M-6	30.1	19.8	1.522	592	5.00	1.25	6.25

DONDE :

h : altura del prisma.
 e : espesor del prisma.


 RIVINDA GARCÍA OBILTA JENY
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO: N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAY: UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería


Muro Patrón

Muestra	Identificación	Área bruta	Carga	Esfuerzo Admisible de la Pila	Esfuerzo por Aplastamiento	Verificación
N°	n	(cm ²)	(kg)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
01	M-1	573	7130	4.79	5.99	Resistencia Baja
02	M-2	581	7285	4.81	6.02	Resistencia Baja
03	M-3	589	7270	4.74	5.93	Resistencia Baja
04	M-4	582	6990	4.62	5.77	Resistencia Baja
05	M-5	583	7380	4.86	6.07	Resistencia Baja
06	M-6	592	7710	5.00	6.25	Resistencia Aceptable

DONDE:

h : altura del prisma. La resistencia última es 6.12kgf/cm²

e : espesor del prisma.


 Rivaldeyr Oblitas Henz
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista : Grecia Darinka Sandoval Alvarado
 Tesis : Evaluación de la Erosión y Resistencia de Adobe de Túcume adicionado con cal y
 Ubicación : Distrito de Túcume, Provincia de Lambayeque, Departamento de la Lambayeque

CÓDIGO : N.T.P. 339.605 : 2003

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería

ESFUERZO DE COMPRESIÓN ADMISIBLE F'M

Muro Patrón

Muestra	Identificación	h	e	Relación	Área bruta	Carga	Coef. De	F'm corr.
Nº		(cm)	(cm)	(h/e)	(cm ²)	(kg)	corrección	(kg/cm ²)
01	M-1	29.8	19.6	1.520	573	7130	0.96	12
02	M-2	29.1	19.5	1.489	581	7285	0.96	12
03	M-3	30.0	19.9	1.508	589	7270	0.96	12
04	M-4	29.7	19.6	1.515	582	6990	0.96	12
05	M-5	30.2	19.7	1.531	583	7380	0.96	12
06	M-6	30.1	19.8	1.522	592	7710	0.96	13

DONDE :

h : altura del prisma.

e : espesor del prisma.

Rivendeyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

TESISTA: : GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO
 TESIS: : "EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZA DE CARBON DE LA LADRILLERA ARTESANAL ILLIMO"
 NORMA REFERENCIAL : N.T.P. 339.078 2012: MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

ENSAYO DE FLEXIÓN EN ADOBES

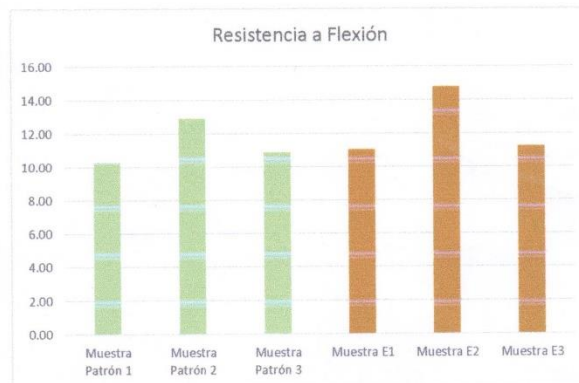
ADOBE NORMAL (S100-CF0-C0)

Muestra	P (KgF)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Mr	
Muestra Patrón 1	820	29.74	20.5	10.75	10.29	
Muestra Patrón 2	850	29.28	20.32	9.74	12.91	11.36
Muestra Patrón 3	830	28.44	19.61	10.52	10.88	

ADOBE 10% (S80-CF10-C10)

Tipo de falla: Fuera del tercio medio de luz

Muestra	P (KgF)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Mr	
Muestra E1	860	28.92	19.52	10.75	11.03	
Muestra E2	920	28.97	19.62	9.59	14.77	12.34
Muestra E3	870	28.96	19.65	10.69	11.22	



Rivundero Polita Henry
TECNICO DE LABORATORIO



ANÁLISIS DE EDS (ESPECTROSCOPIA DE DISPERSIÓN DE ENERGÍA DE RAYOS X)

SOLICITANTE	SANDOVAL DARINKA SANDOVAL ALVARADO
PROYECTO	EVALUACION DE LA EROSION Y RESISTENCIA DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBON DE LA LADRILLERA ARTESANAL LAMBAYEQUE.
MUESTRA	ADOBE + CAL + CENIZA DE CARBON VEGETAL

ELEMENTOS	OXIDOS	OXIDOS(%)
C	CO ₂	21.89
O	--	0
Na	Na ₂ O	0.57
Mg	MgO	0.95
Al	Al ₂ O ₃	17.65
Si	SiO ₂	46.61
K	K ₂ O	2.56
Ca	CaO	6.21
Ti	TiO ₂	0.39
Fe	FeO	3.17
Total		100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETE DE ALBAÑILERÍA
 (NTP 399.621 - Norma E.080: Diseño y Construcción en Tierra Reforzada)

INFORME N°127-B - 2019 - LEM - FICSA

SOLICITANTE

GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO

PROCEDENCIA DE ESPÉCIMENES

PROYECTO DE TESIS: EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOS DE TUCUME ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN

UBICACIÓN

DISTRITO: TUCUME PROVINCIA: LAMBAYEQUE REGION: LAMBAYEQUE

PERSONA QUE ENTREGÓ ESPÉCIMENES

GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO

DATOS DEL MURETE	FECHA DE FABRICACION	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL MURETE EN DIAS	CARGA DE ROTURA (Kg.F)	RESIST. A LA TRACCIÓN INDIRECTA (Kg/cm ²)
Muro Patrón	31/05/2019	28/06/2020	28	1.755	1.895
Muro de adobe con 10%	31/05/2019	28/06/2020	28	2.575	2.586

CARACTERÍSTICAS DEL MURETE	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA AL ESFUERZO DE CORTE V _m (kg/cm ²)
Muro Patrón	47.5	47.5	19.5	926.25	2.368
Muro de adobe con 10%	49.3	49.3	20.2	995.86	3.232

NOTAS:

- 1 El ensayo ha sido presenciado por: SR. VICTOR EDGARDO PUYÉN LAMAS - SR. CARLOS DIEGO DIAZ RAMÍREZ
- 2 El Laboratorio de Ensayo de Materiales, no ha intervenido en la preparación y muestreo del Muro de Ladrillo, solo se ha limitado al ensayo correspondiente, respondiendo por ello.
- 3 Los datos de los materiales y su procedencia han sido declarados por la persona que entregó los especímenes de ensayo, siendo responsable de su veracidad.
- 4 La prensa de ensayo cuenta con Certificación de Calibración vigente.
- 5 Este informe consta de una página, estando prohibida su reproducción sin autorización del Laboratorio.

Lambayeque, 28 de Junio del 2019

INFORME
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES FICSA
 ING. JORGE LUIS MARTÍNEZ SANTOS
 REG. CIP 37768
 JEFE

Pabellón FICSA - Ciudad Universitaria
 Calle Juan XXIII N° 391

E-mail: lem_ficsa@yahoo.com
 Lambayeque - Perú

	SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANALISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CALLE MANUEL SEOANE Nº 717 - RPM. 954853883 - LAMBAYEQUE RESOLUCION N° 0061313-2019/DSD - INDECOPI RUC. 20605369139				
	<u>RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</u> <u>AXIAL INDIRECTO DE CILINDROS ESTANDAR DE ADOBE</u>				
SOLICITANTE : SRTA. GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO TESIS : EVALUACION DE LA EROSION Y RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBON UBICACION : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA LAMBAYEQUE, REGION LAMBAYEQUE FECHA : 24/06/2020					
CARACTERISTICAS DE LAS PROBETAS ENSAYADAS: Cilindros estándar de Adobe, de dimensiones diámetro por altura 15 cm x 30 cm					
N° de Orden y Marca de la Probeta	Fecha de Vaciado	Fecha del Ensayo	Edad de la Probeta (en días)	Carga de Rotura (Kg.F)	
01	MUESTRA N°1 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	280
02	MUESTRA N°2 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	270
03	MUESTRA N°3 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	280
04	MUESTRA N°4 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	250
05	MUESTRA N°5 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	270
06	MUESTRA N°6 3% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	280


NOTA:

Los testigos de concreto fueron preparados para su ensayo por los interesados, siendo su responsabilidad la veracidad de ellos.


Mario Ramirez Dejo
 GERENTE GENERAL
 LABORATORIO LINUS E.I.R.L.



Lambayeque, miércoles, 24 de Junio de 2020


José Manuel Bances Acosta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 178831

		<p align="center"> SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANALISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CALLE MANUEL SEOANE N° 717 - RPM. 954853663 - LAMBAYEQUE RESOLUCION N° 0061313-2019/DSD - INDECOPI RUC. 20605369139 </p>			
<p>RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</p> <p>AXIAL INDIRECTO DE CILINDROS ESTANDAR DE ADOBE</p>					
<p> SOLICITANTE : SRTA. GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO TESIS : EVALUACION DE LA EROSION Y RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBON UBICACION : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA LAMBAYEQUE, REGION LAMBAYEQUE FECHA : 24/06/2020 </p>					
<p> CARACTERISTICAS DE LAS PROBETAS ENSAYADAS: Cilindros estándar de Adobe, de dimensiones diámetro por altura 15 cm x 30 cm </p>					
N° de Orden y Marca de la Probeta	Fecha de Vaciado	Fecha del Ensayo	Edad de la Probeta (en días)	Carga de Rotura (Kg.F)	
01	MUESTRA N°1 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	350
02	MUESTRA N°2 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	330
03	MUESTRA N°3 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	350
04	MUESTRA N°4 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	340
05	MUESTRA N°5 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	330
06	MUESTRA N°6 5% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	310
/					


NOTA:

LOS RESULTADOS DE CONCRETO FUERON INGRESADOS PARA SU ENSAYO POR LOS INTERESADOS, SIENDO SU RESPONSABILIDAD LA VERACIDAD DE ELLOS.


Mario Ramirez Dejo
 GERENTE GENERAL
 LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

Lambayeque, miércoles, 24 de Junio de 2020




José Manuel Barcos Acosta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 178833

		<p align="center"> SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANALISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CALLE MANUEL SEQANE Nº 717 - RPM. 954853683 - LAMBAYEQUE RESOLUCION Nº 0061313-2019/DSD - INDECOPI RUC. 20605369139 </p>			
<p align="center"> <u>RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</u> <u>AXIAL INDIRECTO DE CILINDROS ESTANDAR DE ADOBE</u> </p>					
<p> SOLICITANTE : SRTA. GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO TESIS : EVALUACION DE LA EROSION Y RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBON UBICACION : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA LAMBAYEQUE, REGION LAMBAYEQUE FECHA : 24/06/2020 </p>					
<p> CARACTERISTICAS DE LAS PROBETAS ENSAYADAS: Cilindros estándar de Adobe, de dimensiones diámetro por altura 15 cm x 30 cm </p>					
Nº de Orden y Marca de la Probeta	Fecha de Vaciado	Fecha del Ensayo	Edad de la Probeta (en días)	Carga de Rotura (Kg.F)	
01	MUESTRA N°1 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	300
02	MUESTRA N°2 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	320
03	MUESTRA N°3 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	350
04	MUESTRA N°4 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	300
05	MUESTRA N°5 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	330
06	MUESTRA N°6 8% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	320


NOTA:

LOS RESULTADOS DE CONCRETO FUERON IMPRESADOS PARA SU ENSAYO POR LOS INTERESADOS, SIENDO SU RESPONSABILIDAD LA VERACIDAD DE ELLOS.


Mario Ramirez Dejo
 GERENTE GENERAL
 LABORATORIO LINUS E.I.R.L.



Lambayeque, miércoles, 24 de Junio de 2020


José Manuel Bañeres Aconcha
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 178831

		<p align="center">SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANALISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CALLE MANUEL SECANE N° 717 - RPM 954853683 - LAMBAYEQUE RESOLUCION N° 0061313-2019/DSD - INDECOPI RUC. 20605369139</p>			
<p><u>RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</u></p> <p><u>AXIAL INDIRECTO DE CILINDROS ESTANDAR DE ADOBE</u></p>					
<p>SOLICITANTE : SRTA. GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO TESIS : EVALUACION DE LA EROSION Y RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBON UBICACION : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA LAMBAYEQUE, REGION LAMBAYEQUE FECHA : 24/06/2020</p>					
<p>CARACTERISTICAS DE LAS PROBETAS ENSAYADAS: Cilindros estándar de Adobe. de dimensiones diámetro por altura 15 cm x 30 cm</p>					
N° de Orden y Marca de la Probeta	Fecha de Vaciado	Fecha del Ensayo	Edad de la Probeta (en días)	Carga de Rotura (Kg.F)	
01	MUESTRA N°1 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	350
02	MUESTRA N°2 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	360
03	MUESTRA N°3 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	350
04	MUESTRA N°4 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	330
05	MUESTRA N°5 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	360
06	MUESTRA N°6 10% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	340

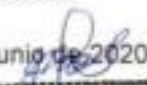
NOTA:

Las probetas de concreto fueron ingresadas para su ensayo por los interesados, siendo su responsabilidad la veracidad de ellos.


Mario Ramírez Dejo
GERENTE GENERAL
LABORATORIO LINUS E.I.R.L.



Lambayeque, miércoles, 24 de Junio de 2020


José Manuel Rances Acosta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 176833

	SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANALISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CALLE MANUEL SEOANE Nº 717 - RPM. 954853683 - LAMBAYEQUE RESOLUCION Nº 0061313-2019/DSD - INDECOPI RUC. 20605369139				
	<u>RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</u> <u>AXIAL INDIRECTO DE CILINDROS ESTANDAR DE ADOBE</u>				
SOLICITANTE : SRTA. GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO TESIS : EVALUACION DE LA EROSION Y RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBON UBICACION : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA LAMBAYEQUE, REGION LAMBAYEQUE FECHA : 24/06/2020					
CARACTERISTICAS DE LAS PROBETAS ENSAYADAS: Cilindros estándar de Adobe, de dimensiones diámetro por altura 15 cm x 30 cm					
Nº de Orden y Marca de la Probeta		Fecha de Vaciado	Fecha del Ensayo	Edad de la Probeta (en días)	Carga de Rotura (Kg.F)
01	MUESTRA N°1 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	330
02	MUESTRA N°2 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	300
03	MUESTRA N°3 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	340
04	MUESTRA N°4 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	330
05	MUESTRA N°5 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	320
06	MUESTRA N°6 12% DE CENIZAS DE CARBÓN Y CAL	27/05/2020	24/06/2020	28	300


NOTA:

LOS TESTIGOS DE CONCRETO SON PREPARADOS PARA SU ENVÍO POR LOS INTERESADOS, SIENDO SU RESPONSABILIDAD LA VERDAD DE ELLOS.


Mario Ramírez Dejo
 GERENTE GENERAL
 LABORATORIO LINUS E.I.R.L.

Lambayeque, miércoles, 24 de Junio de 2020




José Manuel Bancas Acosta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 170931

	SERVICIOS DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS, ASFALTOS Y ANALISIS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION CALLE MANUEL SEDANE N° 717 - RPM 954853083 - LAMBAYEQUE RESOLUCION N° 0061313-2019/DSD - INDECOPI RUC. 20605369139				
	<u>RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION</u> <u>AXIAL INDIRECTO DE CILINDROS ESTANDAR DE ADOBE</u>				
SOLICITANTE : SRTA. GRECIA DARINKA SANDOVAL ALVARADO TESIS : EVALUACION DE LA EROSION Y RESISTENCIA A COMPRESION DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBON UBICACION : DISTRITO DE TUCUME, PROVINCIA LAMBAYEQUE, REGION LAMBAYEQUE FECHA : 24/06/2020					
CARACTERISTICAS DE LAS PROBETAS ENSAYADAS: Cilindros estándar de Adobe. de dimensiones diámetro por altura 15 cm x 30 cm					
N° de Orden y Marca de la Probeta		Fecha de Vaciado	Fecha del Ensayo	Edad de la Probeta (en días)	Carga de Rotura (Kg.F)
0 1	MUESTRA PATRÓN 1	27/05/2020	24/06/2020	28	410
0 2	MUESTRA PATRÓN 2	27/05/2020	24/06/2020	28	380
0 3	MUESTRA PATRÓN 3	27/05/2020	24/06/2020	28	350
0 4	MUESTRA PATRÓN 4	27/05/2020	24/06/2020	28	400
0 5	MUESTRA PATRÓN 5	27/05/2020	24/06/2020	28	380
0 6	MUESTRA PATRÓN 6	27/05/2020	24/06/2020	28	400
/					


NOTA:

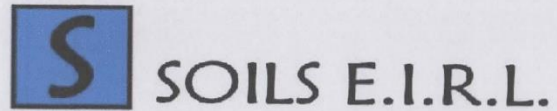
LOS RESULTADOS DE ESTOS ENSAYOS FUERON REGISTRADOS PARA SU ENSAYO POR LOS INTERESADOS, SIENDO SU RESPONSABILIDAD LA VERIFICACION DE ELLOS.


Mario Ramirez Dejo
 GERENTE GENERAL
 LABORATORIO LINUS E.I.R.L.



Lambayeque, miércoles, 24 de Junio de 2020


José Manuel Bancos Acosta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 170831

Email: servicios@soilseirl.com

Solicitante : SANDOVAL ALVARADO GRECIA
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN
 Ubicación : Distrito Túcume, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque
 Fecha de apertura : Chiclayo, 20 de junio del 2020.

Ensayo : N.T.P. 339.078 - 2012
 Norma de referencia : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra	Denominación del vaciado	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz Libre (cm)	Carga (Kgf)	Módulo de Rotura Kg/cm ²
1	Muestra Patrón 0%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.61	14.00	45.00	110.5	1.73
2	Muestra Patrón 0%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.75	14.60	45.00	108.0	1.54
3	Muestra Patrón 0%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.80	14.76	45.00	110.0	1.53
4	Muestra Patrón 0%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.40	14.35	45.00	105.0	1.59
5	Muestra Patrón 0%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.65	14.30	45.00	109.8	1.65
6	Muestra Patrón 0%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.60	14.45	45.00	105.6	1.56

Nota:

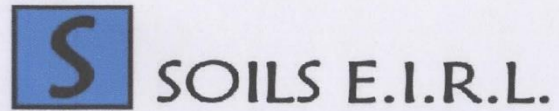
El porcentaje (%) adicionada es de cal y ceniza de carbón.



SOILS E.I.R.L.
 WILSON OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA LEM



Luis Manuel Paríalean Bustamante
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 193186



Email: servicios@soilseirl.com

Solicitante : SANDOVAL ALVARADO GRECIA
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN
 Ubicación : Distrito Túcume, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque
 Fecha de apertura : Chiclayo, 20 de junio del 2020.

Ensayo : N.T.P. 339.078 - 2012
 Norma de referencia : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra	Denominación del vaciado	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz Libre (cm)	Carga (Kgf)	Módulo de Rotura Kg/cm ²
1	Muestra 3%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.96	14.46	45.00	70.1	1.01
2	Muestra 3%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.85	14.75	45.00	68.5	0.95
3	Muestra 3%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.93	14.50	45.00	68.8	0.99
4	Muestra 3%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.99	14.89	45.00	70.2	0.95
5	Muestra 3%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.90	14.45	45.00	69.9	1.01
6	Muestra 3%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.03	14.62	45.00	72.5	1.02

Nota:

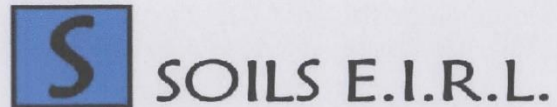
El porcentaje (%) adicionada es de cal y ceniza de carbón.



SOILS E.I.R.L.
 WILSON OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA LEM



Luis Mariel Yantalean Bustamante
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 193186



Email: servicios@soilseirl.com

Solicitante : SANDOVAL ALVARADO GRECIA
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN
 Ubicación : Distrito Túcume, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque
 Fecha de apertura : Chiclayo, 20 de junio del 2020.

Ensayo : N.T.P. 339.078 - 2012
 Norma de referencia : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra	Denominación del vaciado	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz Libre (cm)	Carga (Kgf)	Módulo de Rotura Kg/cm ²
1	Muestra 5%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.00	14.79	45.00	95.0	1.39
2	Muestra 5%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.90	14.75	45.00	94.3	1.40
3	Muestra 5%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.10	14.50	45.00	94.0	1.42
4	Muestra 5%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.85	14.89	45.00	95.5	1.39
5	Muestra 5%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.97	14.45	45.00	94.0	1.44
6	Muestra 5%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.00	14.62	45.00	95.3	1.43

Nota:

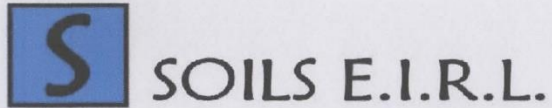
El porcentaje (%) adicionada es de cal y ceniza de carbón.



SOILS E.I.R.L.
 WILSON OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA LEM



Luis Manuel Tantalean Bustamante
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 193186



Email: servicios@soilseirl.com

Solicitante : SANDOVAL ALVARADO GRECIA
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN
 Ubicación : Distrito Túcume, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque
 Fecha de apertura : Chiclayo, 20 de junio del 2020.

Ensayo : N.T.P. 339.078 - 2012
 Norma de referencia : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra	Denominación del vaciado	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz Libre (cm)	Carga (Kgf)	Módulo de Rotura Kg/cm ²
1	Muestra 8%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.01	14.92	45.00	64.7	0.93
2	Muestra 8%	23/05/2020	20/06/2020	28	15.00	14.75	45.00	60.0	0.88
3	Muestra 8%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.98	14.80	45.00	62.6	0.92
4	Muestra 8%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.85	14.90	45.00	64.0	0.93
5	Muestra 8%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.95	14.73	45.00	65.0	0.96
6	Muestra 8%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.55	14.69	45.00	64.5	0.99

Nota:

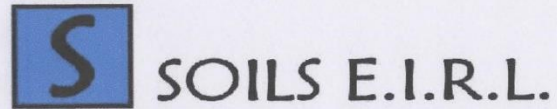
El porcentaje (%) adicionada es de cal y ceniza de carbón.



SOILS E.I.R.L.
 WILSON OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA LEM



Luis Manuel Yantalean Bustamante
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 193186



Email: servicios@soilseirl.com

Solicitante : SANDOVAL ALVARADO GRECIA
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN
 Ubicación : Distrito Túcume, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque
 Fecha de apertura : Chiclayo, 20 de junio del 2020.

Ensayo : N.T.P. 339.078 - 2012
 Norma de referencia : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra	Denominación del vaciado	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz Libre (cm)	Carga (Kgf)	Módulo de Rotura Kg/cm ²
1	Muestra 10%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.82	14.49	45.00	50.9	0.79
2	Muestra 10%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.95	14.70	45.00	56.0	0.83
3	Muestra 10%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.85	14.60	45.00	54.3	0.82
4	Muestra 10%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.78	14.50	45.00	51.5	0.80
5	Muestra 10%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.88	14.60	45.00	51.0	0.77
6	Muestra 10%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.80	14.70	45.00	54.0	0.81

Nota:

El porcentaje (%) adicionada es de cal y ceniza de carbón.



SOILS E.I.R.L.
 WILSON OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA LEM



Luis Manuel Tantaleán Bustamante
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 193186



Email: servicios@soilseir.com

Solicitante : SANDOVAL ALVARADO GRECIA
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE ADICIONADO CON CAL Y CENIZAS DE CARBÓN
 Ubicación : Distrito Túcume, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque
 Fecha de apertura : Chiclayo, 20 de junio del 2020.

Ensayo : N.T.P. 339.078 - 2012
 Norma de referencia : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra	Denominación del vaciado	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Luz Libre (cm)	Carga (Kgf)	Módulo de Rotura Kg/cm ²
1	Muestra 12%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.50	14.42	45.00	73.1	1.16
2	Muestra 12%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.70	14.55	45.00	75.5	1.16
3	Muestra 12%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.85	14.70	45.00	72.5	1.08
4	Muestra 12%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.80	14.50	45.00	74.6	1.15
5	Muestra 12%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.68	14.60	45.00	74.5	1.14
6	Muestra 12%	23/05/2020	20/06/2020	28	14.75	14.70	45.00	75.0	1.13

Nota:
 El porcentaje (%) adicionada es de cal y ceniza de carbón.


 SOILS E.I.R.L.
 WILSON OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA LEM


 Luis Manuel Tantiglean Bustamante
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 193186

Anexo 2: Cuadros

Cuadro 1: Metrado de Materiales del Muro Patrón Mo

Nº PARTIDA	DESCRIPCIÓN	unid.	cent.	LARGO	ANCHO	ALTO	SUB-TOTAL	TOTAL
1.00	Construcción del muro patrón M0							
1.01	Albañilería							
1.01.01	Muro de adobes de sogá	m2	1.00	1.40		1.30		1.82

Fuente: (Cabrera Arias y Haynate Granados.2010)

Cuadro 2: Material predominante en las paredes exteriores/ Áreas de residencia

Material predominante en las paredes exteriores / Área de residencia	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ladrillo o bloque de cemento	48.2	49.4	50.1	51.4	50.6	51.5	52.2	51.7	51.7	51.9
Piedra o sillar con cal o cemento	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.8
Adobe o tapia	35.7	34.9	34.8	34.2	34.4	34.1	33.6	34.3	33.5	33.3
Quincha (caña con barro)	2.0	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.6	1.7	1.4
Piedra con barro	1.2	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8
Madera	5.8	6.3	6.6	6.1	6.9	7.0	7.6	7.7	8.5	8.7
Estera	0.9	1.1	0.9	0.6	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Otro material 1/	5.2	4.8	4.2	4.4	3.9	3.4	2.8	2.8	2.8	2.6
Urbana	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ladrillo o bloque de cemento	64.9	65.7	66.4	67.4	66.2	67.0	67.2	66.4	66.0	66.0
Piedra o sillar con cal o cemento	1.0	0.7	0.9	0.9	0.8	1.0	0.8	0.7	0.7	1.0
Adobe o tapia	21.5	20.8	20.6	20.5	21.1	20.8	20.8	21.7	21.0	21.0
Quincha (caña con barro)	1.9	1.7	1.8	1.5	1.7	1.8	1.8	1.6	1.7	1.4
Piedra con barro	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Madera	4.9	5.3	5.5	4.8	5.7	5.8	6.3	6.5	7.5	7.7
Estera	1.1	1.2	1.0	0.6	0.8	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4
Otro material 1/	4.5	4.4	3.7	4.2	3.5	3.1	2.5	2.4	2.5	2.3
Rural	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ladrillo o bloque de cemento	5.5	5.5	5.6	5.9	6.3	6.2	6.9	7.3	7.3	7.3
Piedra o sillar con cal o cemento	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
Adobe o tapia	72.2	73.0	73.7	73.4	72.3	72.9	72.3	72.1	72.5	72.5
Quincha (caña con barro)	2.2	1.9	1.8	2.2	2.0	1.7	1.8	1.6	1.5	1.4
Piedra con barro	3.9	3.5	3.0	3.1	3.4	3.7	3.2	3.3	2.9	3.0
Madera	8.2	9.0	9.4	9.9	10.5	10.7	11.4	11.3	11.5	11.7
Estera	0.6	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3
Otro material 1/	7.0	6.0	5.7	4.9	4.9	4.2	3.6	3.7	3.6	3.6

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Encuesta Nacional de Hogares.

Cuadro 3: VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, POR MATERIAL DE PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LA VIVIENDA, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, TIPO DE VIVIENDA Y TOTAL DE OCUPANTES PRESENTES

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL, TIPO DE VIVIENDA Y TOTAL DE OCUPANTES PRESENTES	TOTAL	MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES DE LA VIVIENDA							
		LADRILLO O BLOQUE DE CEMENTO	ADOBE O TAPIA	MADERA (PONA, TORNILLO, ETC.)	QUINCHA (CAÑA CON BARRO)	ESTERA	PIEDRA CON BARRO	PIEDRA O SILLAR CON CAL O CEMENTO	OTRO MATERIAL
Dpto. de LAMBAYEQUE									
Viviendas particulares (001)	2E+05	108583	121605	852	6964	2141	236	159	731
Ocupantes presentes (002)	1E+06	501292	557531	3460	30562	7516	964	618	2828
Casa independiente									
Viviendas particulares (004)	2E+05	98795	118575	752	6146	1178	232	148	576
Ocupantes presentes (005)	1E+06	467108	544518	3113	27160	4557	951	590	2337
Departamento en edificio									
Viviendas particulares (007)	7116	6926	163	20	1			6	
Ocupantes presentes (008)	24943	24211	664	43	6			19	
Vivienda en quinta									
Viviendas particulares (010)	2117	1422	674	6	15				
Ocupantes presentes (011)	7818	4997	2768	15	38				
Vivienda en casa de vecindad									
Viviendas particulares (013)	2207	1263	872	18	39	6		5	4
Ocupantes presentes (014)	8085	4472	3375	77	119	19		9	14
Chozo o cabaña									
Viviendas particulares (016)	2042		1218	11	758	41	3		11
Ocupantes presentes (017)	9271		5822	48	3217	147	12		25
Vivienda improvisada									
Viviendas particulares (019)	1052			40		912			100
Ocupantes presentes (020)	3273			149		2788			336
Local no dest.para hab. humana									
Viviendas particulares (022)	302	177	103	5	5	4	1		7
Ocupantes presentes (023)	946	504	384	15	22	5	1		15
Otro tipo									
Viviendas particulares (025)	33								33
Ocupantes presentes (026)	101								101
URBANA									
Viviendas particulares (028)	2E+05	105688	82608	556	1555	1946	216	155	648
Ocupantes presentes (029)	9E+05	487868	370204	2238	6258	6751	889	604	2515
Casa independiente									
Viviendas particulares (031)	2E+05	95904	80844	469	1497	1024	215	144	510
Ocupantes presentes (032)	8E+05	453703	363228	1943	6083	3939	888	576	2061
Departamento en edificio									
Viviendas particulares (034)	7116	6926	163	20	1			6	
Ocupantes presentes (035)	24943	24211	664	43	6			19	
Vivienda en quinta									
Viviendas particulares (037)	2117	1422	674	6	15				
Ocupantes presentes (038)	7818	4997	2768	15	38				
Vivienda en casa de vecindad									
Viviendas particulares (040)	2207	1263	872	18	39	6		5	4
Ocupantes presentes (041)	8085	4472	3375	77	119	19		9	14
Chozo o cabaña									
Vivienda improvisada									
Viviendas particulares (046)	1052			40		912			100
Ocupantes presentes (047)	3273			149		2788			336
Local no dest.para hab. humana									
Viviendas particulares (049)	246	173	55	3	3	4	1		7
Ocupantes presentes (050)	698	485	169	11	12	5	1		15
Otro tipo									
Viviendas particulares (052)	27								27
Ocupantes presentes (053)	89								89
RURAL									
Viviendas particulares (055)	47899	2895	38997	296	5409	195	20	4	83
Ocupantes presentes (056)	2E+05	13424	187327	1222	24304	765	75	14	313
Casa independiente									
Viviendas particulares (058)	45795	2891	37731	283	4649	154	17	4	66
Ocupantes presentes (059)	2E+05	13405	181290	1170	21077	618	63	14	276
Departamento en edificio									
Vivienda en quinta									
Vivienda en casa de vecindad									
Chozo o cabaña									
Viviendas particulares (070)	2042		1218	11	758	41	3		11
Ocupantes presentes (071)	9271		5822	48	3217	147	12		25
Vivienda improvisada									
Local no dest.para hab. humana									
Viviendas particulares (076)	56	4	48	2	2				
Ocupantes presentes (077)	248	19	215	4	10				
Otro tipo									
Viviendas particulares (079)	6								6
Ocupantes presentes (080)	12								12

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Encuesta Nacional de Hogares.

Anexo 3: Fotografías

Fotografía 1: Deterio de vivienda



Fuente: SICAM-LAMBAYEQUE

Fotografía 2: Deterioro de viviendas



Fuente: SICAM-LAMBAYEQUE

Anexo 4 Tablas

TABLA CXXXIII:

Número de Viviendas según el material predominante en paredes

Tipo de Material de las paredes	Número de Viviendas (Miles)
Ladrillo o bloque de cemento	4331.23
Piedra o sillar con cal o cemento	51.55
Adobe o tapia	2808.10
Quincha (caña con barro)	139.80
Piedra con barro	65.69
Madera	709.64
Estera	30.28
Otro Material	235.14

[41]

TABLA CXXXIV

Número de Viviendas a nivel provincial (Lambayeque) según el tipo de material de las paredes

Tipo de Material de las paredes	Número de Viviendas (Miles)		
	Chiclayo	Ferreñafe	Lambayeque
Ladrillo o bloque de cemento	90,928	3,733	13,922
Adobe o tapia	70,619	16,701	34,285

[41]

TABLA CXXXV

Número de Viviendas según el tipo de material de las paredes y la zona

Tipo de Material de las paredes	Número de Viviendas (Miles)	
	Zonas Urbanas	Zonas Rurales
Ladrillo o bloque de cemento	4,183.2	148.0
Adobe o tapia	1,330.8	1,477.3

[4]

Anexo 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA

TABLA CXXXVI
Costo por unidad de adobe convencional

COSTO POR UNIDAD						
Adobe convencional						
Rendimiento:	300 un/día			Costo Unitario	0.30	
Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Oficial		hh	1	0.033	7	0.231
Peón		hh		0		0
Materiales						
Arcilla		kg		9	-	0
Agua		lt		0.5	0.05	0.025
Paja		kg		0.07	0.5	0.035
Equipos y/o Herramientas						
Herramientas Manuales		% mo		5%	0.2310	0.0116

TABLA CXXXVII
Costo por unidad de adobe 10%

Adobe 10% de cal y ceniza de carbón						
Rendimiento:	300 und/día			Cuadrilla	Costo Unitario	0.90
Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Oficial		hh	1	0.027	10	0.267
Peón		hh				
Materiales						
Arcilla		m3		7.2	-	0
Agua		kg		0.4	0.05	0.02
Paja		kg		0.03	0.5	0.015
Ceniza de Carbón (transporte)		kg		0.9	0.05	0.045
Cal		kg		0.9	0.6	0.54
Equipos y/o Herramientas						
Herramientas Manuales		% mo		5%	0.267	0.013

TABLA CXXXVIII
Resumen de Costo por m2

COSTO POR METRO CUADRADO			
%	Unitario	cantidad	Precio por m2
0	0.30	20	6.05
10	0.90	20	18.00

TABLA CXXXIX
Costo de adobe convencional por millar

COSTO POR MILLAR						
Adobe convencional						
Rendimiento:	1 millar/día			Costo Unitario por 1 millar	221.45	
Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Oficial		hh	1	8	17.59	140.72
Materiales						
Arcilla		m3		6	9.7	58.2
Agua		m3		0.72	20.97	15.0984
Paja		kg		0.2	2	0.4
Equipos y/o Herramientas						
Herramientas Manuales		% mo		5%	140.72	7.036

TABLA CXL
Costo de adobe con adición del 10% por millar

Adobe 10% de cal y ceniza de carbón						
Rendimiento:	1 millar/día		Cuadrilla	Costo Unitario por millar	587.41	
Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Oficial		hh	1	8	17.59	140.72
Materiales						
Arcilla		m3		4.8	9.7	46.56
Agua		m3		0.72	20.97	15.0984
Paja		kg		10	0.3	3
Ceniza de Carbón (transporte)		kg		500	0.1	50
Cal		kg		500	0.65	325
Equipos y/o Herramientas						
Herramientas Manuales		% mo		5%	140.72	7.036

TABLA CXLI
Costo por m2 de muro

Muro de adobe convencional						
Rendimiento:	6 m2/día		Cuadrilla	Costo Unitario por millar	52.88	
Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Oficial		hh	1	1.333	17.59	23.453
Peón		hh	1	1.333	15.86	21.147
Materiales						
Unidades de adobe convencionales		und		20	0.30	6.051
Equipos y/o Herramientas						
Herramientas Manuales		% mo		5%	44.600	2.230

TABLA CXLII
Costo por m2 de muro de adobe 10%

Muro de adobe con adición de 10%						
Rendimiento:	6 m2/día		Cuadrilla	Costo Unitario por millar		64.83
Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Oficial		hh	1	1.333	17.59	23.453
Peón		hh	1	1.333	15.86	21.147
Materiales						
Unidades de adobe convencionales		und		20	0.90	18
Equipos y/o Herramientas						
Herramientas Manuales		% mo		5%	44.600	2.230

TABLA CXLIII
Costo Unitario de Encofrado de Sobrecimiento

Encofrado de Sobrecimiento						
Rendimiento:	9 m2/día		Cuadrilla	Costo Unitario por millar		34.45
Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Oficial		hh	0.6	0.533	17.59	9.381
Peón		hh	1	0.889	15.86	14.098
Materiales						
Clavos de 2" - 4"		kg		0.15	4.00	0.6
Alambre Negro N°08		kg		0.3	4.00	1.2
Madera Tornillo		p2		2.5	3.2	8
Equipos y/o Herramientas						
Herramientas Manuales		% mo		5%	23.479	1.174

TABLA CXLIV:
Costo Unitario de Concreto para Sobrecimiento 210kg/cm2

Concreto para Sobrecimiento 210 kg/cm2						
Rendimiento:	1 m2/día		Cuadrilla	Costo Unitario por millar		718.80
Mano de Obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Operario		hh	1	8.000	17.59	140.720
Peón		hh	3	24.000	15.86	380.640
Materiales						
Cemento Portland		bls		8	17.00	136
Agregado Fino		m3		0.45	32.50	14.625
Agregado Grueso		m3		0.5	31	15.5
Agua		m3		0.25	20.97	5.2425
Equipos y/o Herramientas						
Herramientas Manuales		% mo		5%	521.360	26.068

TABLA CXLV
Análisis Económico de la vivienda de adobe
ANALISIS ECONOMICO DE VIVIENDA DE ADOBE

		Und	Metrado	Costo	Parcial
01.00.00	Fabricación de unidades de adobes				
01.01.00	Fabricación de adobes convencionales	millar	1	221.45	221.45
01.02.00	Fabricación de adobes con 10% de cal y ceniza de carbón	millar	1	587.41	587.41
02.00.00	Fabricación de Muros				
02.01.00	Muro de Adobe convencional	m2	72.24	52.88	3820.12
02.02.00	Muro de Adobe con 10% de cal y ceniza de carbón	m2	72.24	64.83	4683.32
03.00.00	Cimentación				
03.01.00	Encofrado para Sobrecimientos	m2	18.84	34.45	649.10
03.02.00	Concreto Simple para Sobrecimientos	m3	9.42	718.80	6771.05

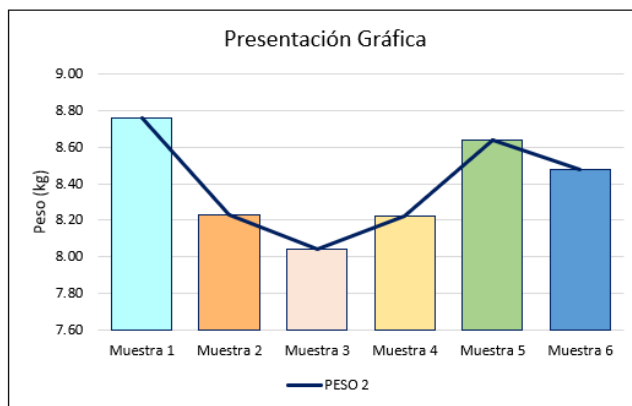
TABLA CXLVI
Resumen de costos comparativos de la vivienda de adobe

DESCRIPCIÓN	
VIVIENDA CON ADOBE CONVENCIONAL	incremento
S/ 11,240.27	0%
VIVIENDA CON ADOBE 10%	
S/ 12,103.47	8%

Anexo 6: Análisis estadístico

DETERMINACIÓN DE PESO 399.013

	Adobes	Peso 1	
Muestra 3	Muestra 1	8.045	1
Muestra 4	Muestra 2	8.225	2
Muestra 2	Muestra 3	8.230	3
Muestra 6	Muestra 4	8.480	4
Muestra 5	Muestra 5	8.640	5
Muestra 1	Muestra 6	8.760	6



MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Xmedia: 8.397
Mediana: 8.230

MEDIDAS DE LA VARIABILIDAD

Rango: 0.715

La fórmula de la desviación estándar (DE) es:

$$DE = \sqrt{\frac{\sum |x - \mu|^2}{N}}$$

Desviación Estandar

$$|x - \mu|^2$$

0.124
0.029
0.028
0.007
0.059
0.132

$$\sum 0.3791$$

N= 6 muestras

$$DE = \sqrt{\frac{\sum |x - \mu|^2}{N}} = 0.251$$

MUESTRA	PESO	MEDIA	MEDIANA
Muestra 1	8.76	8.40	8.14
Muestra 2	8.23		
Muestra 3	8.05		
Muestra 4	8.23		
Muestra 5	8.64		
Muestra 6	8.48		
PROMEDIO			8.40
VARIANZA			0.06
DESVIACIÓN ESTANDAR			0.25
MÁXIMO			8.76
MÍNIMO			8.05

GRÁFICA			
PESO(KG)	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
8.76	8.40	8.65	8.15
8.23	8.40	8.65	8.15
8.05	8.40	8.65	8.15
8.23	8.40	8.65	8.15
8.64	8.40	8.65	8.15
8.48	8.40	8.65	8.15

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE ADOBE

Adobe	L1	L2	L3	L4	A1	A2	A3	A4	H1	H2	H3	H4
Muestra 6	29.17	29.22	29.33	29.43	19.75	19.61	19.72	19.63	8.007	7.087	7.042	7.052
Muestra 5	29.3	29.74	29.91	29.71	19.82	19.41	19.64	19.76	8.096	8.093	9.056	9.07
Muestra 3	29.53	29.74	29.12	29.46	19.55	19.86	19.94	19.55	8.082	8.081	8.067	8.01
Muestra 4	29.96	29.35	29.75	29.54	19.75	19.85	19.66	19.71	8.078	8.045	8.077	8.078
Muestra 1	30.36	30.3	29.85	29.94	20.36	20.46	19.76	20	9.015	8.097	8.061	8
Muestra 2	30.83	29.34	29.84	29.68	20.27	20.77	19.55	20.07	8.096	8.045	8.096	7.081

MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
MEDIA			
LARGO PROMEDIO: ✔	30.1125	LARGO PROMEDIO: ✔	29.923
ANCHO PROMEDIO: ✔	20.145	ANCHO PROMEDIO: ✔	20.1650
ALTURA PROMEDIO: ✔	8.29325	ALTURA PROMEDIO: ✔	7.8295
LARGO PROMEDIO: ✔	29.463	LARGO PROMEDIO: ✔	29.650
ANCHO PROMEDIO: ✔	19.7250	ANCHO PROMEDIO: ✔	19.7425
ALTURA PROMEDIO: ✔	8.06	ALTURA PROMEDIO: ✔	8.0695
RANGO LARGO	0.51	RANGO LARGO	1.49
RANGO ANCHO	0.7	RANGO ANCHO	1.22
RANGO ALTO	1.015	RANGO ALTO	1.015
RANGO LARGO	0.62	RANGO LARGO	0.61
RANGO ANCHO	0.39	RANGO ANCHO	0.19
RANGO ALTO	0.071	RANGO ALTO	0.033

DESVIACIÓN ESTÁNDAR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
LARGO	LARGO	LARGO	LARGO
$ x - \mu ^2$	$ x - \mu ^2$	$ x - \mu ^2$	$ x - \mu ^2$
0.88831	0.82356	0.00456	0.09610
0.79656	0.33931	0.07701	0.09000
0.61231	0.00681	0.11731	0.01000
0.46581	0.05881	0.00001	0.01210
Σ	Σ	Σ	Σ
2.76297	1.22848	0.19887	0.20820
N= 4	N= 4	N= 4	N= 4

MUESTRA 5	MUESTRA 6
LARGO PROMEDIO: ✔	LARGO PROMEDIO: ✔
ANCHO PROMEDIO: ✔	ANCHO PROMEDIO: ✔
ALTURA PROMEDIO: ✔	ALTURA PROMEDIO: ✔
LARGO PROMEDIO: ✔	LARGO PROMEDIO: ✔
ANCHO PROMEDIO: ✔	ANCHO PROMEDIO: ✔
ALTURA PROMEDIO: ✔	ALTURA PROMEDIO: ✔
RANGO LARGO	RANGO LARGO
RANGO ANCHO	RANGO ANCHO
RANGO ALTO	RANGO ALTO

DESVIACIÓN ESTÁNDAR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
LARGO	LARGO
$ x - \mu ^2$	$ x - \mu ^2$
0.13322	0.01381
0.00562	0.00456
0.06003	0.00181
0.00203	0.02031
Σ	Σ
0.20090	0.04047
N= 4	N= 4

DE= 0.8311

DE= 0.5542

DE= 0.2230

ANCHO

$ x - \mu ^2$
0.046225
0.099225
0.148225
0.021025
0.3147
Σ

ANCHO

$ x - \mu ^2$
0.011025
0.366025
0.378225
0.009025
0.7643
Σ

ANCHO

$ x - \mu ^2$
0.030625
0.018225
0.046225
0.030625
0.1257
Σ

N= 4
DE= 0.28049

N= 4
DE= 0.43712

N= 4
DE= 0.17727

ALTURA

0.520923063
0.038514063
0.053940063
0.085995563
0.69937
Σ

ALTURA

0.0710223
0.0464403
0.0710223
0.5602522
0.74874
Σ

ALTURA

0.000484
0.000441
4.9E-05
0.0025
0.00347
Σ

N= 4
DE= 0.41814

N= 4
DE= 0.43265

N= 4
DE= 0.02947

DE= 0.2281

ANCHO

$$|x - \mu|^2$$

5.625E-05
0.0115563
0.0068062
 Σ 0.0010562
0.019475

N= 4

DE= 0.06978

ALTURA

7.225E-05
0.0006002
5.625E-05
 Σ 7.225E-05
0.00080

N= 4

DE= 0.01415

DE= 0.2241

ANCHO

$$|x - \mu|^2$$

0.0264062
0.0612563
0.0003063
 Σ 0.0105062
0.098475

N= 4

DE= 0.15690

ALTURA

0.2330476
0.2359531
0.2277676
 Σ 0.2413266
0.93809

N= 4

DE= 0.48428

DE= 0.1006

ANCHO

$$|x - \mu|^2$$

0.0052563
0.0045562
0.0018063
 Σ 0.0022562
0.013875

N= 4

DE= 0.05890

ALTURA

0.5041
0.0441
0.065025
 Σ 0.060025
0.67325

N= 4

DE= 0.41026

MUESTRA 1	LARGO	ANCHO	ALTURA
MEDIA \bar{X}	30.1125	20.145	8.29325
MEDIANA XM	30.1125	20.145	8.29325
RANGO	0.51	0.7	1.015
DESV.ESTAND.	0.8311	0.28049	0.41814
VARIANZA	0.69074	0.07867	0.17484
COEF. DE VAR.	0.0276	0.0139	0.0504

MUESTRA 2	LARGO	ANCHO	ALTURA
MEDIA \bar{X}	29.923	20.1650	7.8295
MEDIANA XM	29.923	20.165	7.830
RANGO	1.49	1.22	1.015
DESV.ESTAND.	0.5542	0.43712	0.43265
VARIANZA	0.30712	0.19108	0.18718
COEF. DE VAR.	0.0185	0.0217	0.0553

MUESTRA 3	LARGO	ANCHO	ALTURA
MEDIA \bar{X}	29.463	19.7250	8.06
MEDIANA XM	29.463	19.725	8.060
RANGO	0.62	0.39	0.071
DE	0.2230	0.17727	0.02947
VARIANZA	0.04972	0.03143	0.00087
COEF. DE VAR.	0.0076	0.0090	0.0037

MUESTRA 4	LARGO	ANCHO	ALTURA
MEDIA \bar{X}	29.650	19.7425	8.0695
MEDIANA XM	29.650	19.743	8.070
RANGO	0.61	0.19	0.033
DESV.ESTAND.	0.2281	0.06978	0.01415
VARIANZA	0.05205	0.00487	0.00020
COEF. DE VAR.	0.0077	0.0035	0.0018

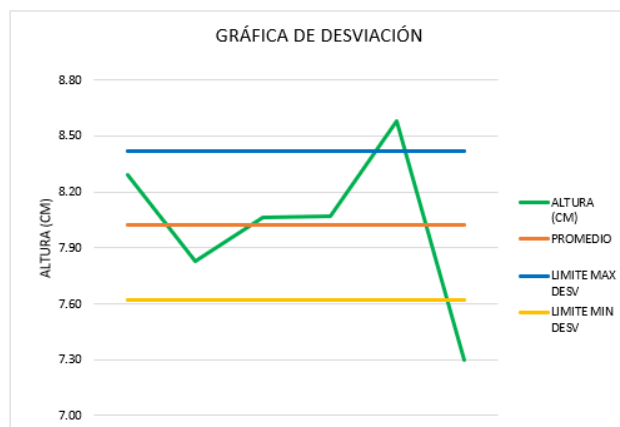
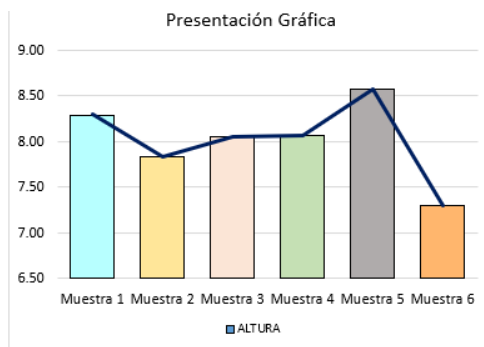
MUESTRA 5	LARGO	ANCHO	ALTURA
MEDIA \bar{X}	29.665	19.6575	8.57875
MEDIANA XM	29.665	19.658	8.579
RANGO	0.44	0.41	0.977
DE	0.2241	0.15690	0.48428
VARIANZA	0.05022	0.02462	0.23452
COEF. DE VAR.	0.0076	0.0080	0.0565

MUESTRA 6	LARGO	ANCHO	ALTURA
MEDIA \bar{X}	29.288	19.6775	7.297
MEDIANA XM	29.288	19.678	7.297
RANGO	0.26	0.41	0.977
DE	0.1006	0.05890	0.41026
VARIANZA	0.01012	0.00347	0.16831
COEF. DE VAR.	0.0034	0.0030	0.0562

MUESTRA	ALTURA	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA 1	8.29	8.02	8.06
MUESTRA 2	7.83		
MUESTRA 3	8.06		
MUESTRA 4	8.07		
MUESTRA 5	8.58		
MUESTRA 6	7.30		

PROMEDIO	8.02
VARIANZA	0.16
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.40
MÁXIMO	8.58
MÍNIMO	7.30

GRÁFICA			
ALTURA (CM)	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
8.29	8.02	8.42	7.62
7.83	8.02	8.42	7.62
8.06	8.02	8.42	7.62
8.07	8.02	8.42	7.62
8.58	8.02	8.42	7.62
7.30	8.02	8.42	7.62



ENSAYO DE SUCCIÓN

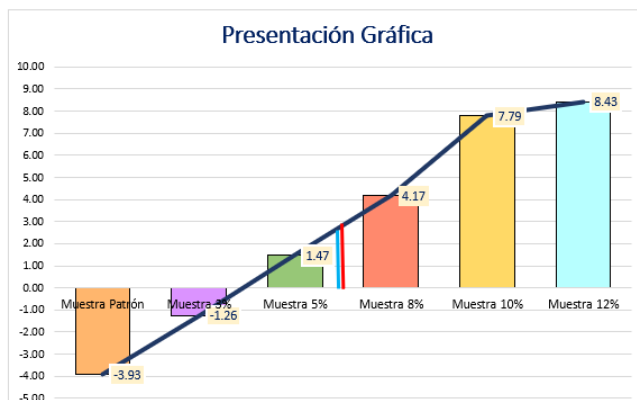
ADOBE NORMAL (S100-CFO-C0)

M #1	-7.91
M #2	-6.63
M #3	-1.38
M #4	-2.56
M #5	-5.14
M #6	-7.55

RESUMEN

ADOBE 3% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S100-CF10-C10)

M #1	-2.431
M #2	-2.785
M #3	-2.047
M #4	-0.660
M #5	-1.308
M #6	-1.027



DE
 7.37806
 2.05279
 14.59164
 6.93787
 0.00270
 5.55447
 36.51753
 DE= 2.4670

MEDIA	MEDIANA
78	2.82

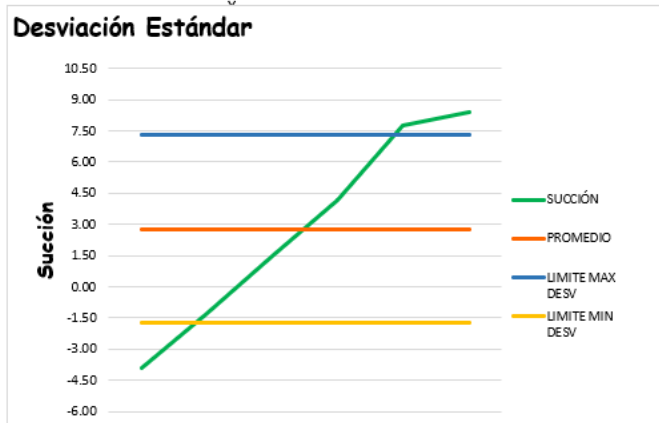
-6.71	44.98
-4.04	16.31
-1.30	1.70
1.39	1.94
5.01	25.08
5.65	31.92
	121.94

78
32
51
43
93

ADOBE 12% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S100-CF10-C10)

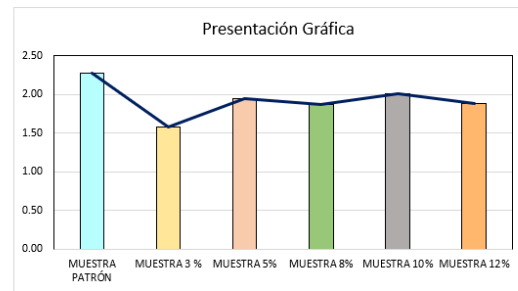
M #1	8.39399
M #2	5.85480
M #3	7.83552
M #4	6.10229
M #5	9.03331
M #6	8.45131

GRÁFICA			
SUCCIÓN	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
-3.93	2.78	7.29	-1.73
-1.26	2.78	7.29	-1.73
1.47	2.78	7.29	-1.73
4.17	2.78	7.29	-1.73
7.79	2.78	7.29	-1.73
8.43	2.78	7.29	-1.73



ENSAYO DE EROSIÓN ACCELERADA SWINBURNE(SAET)- ADAPTACIÓN DE NORMA ESPAÑOLA UNE 41410

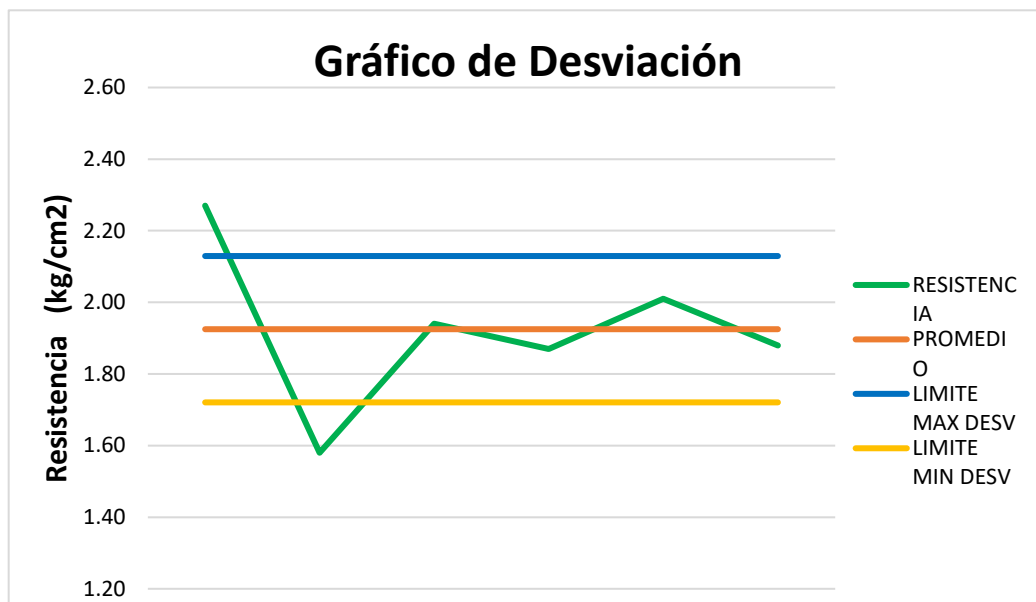
		MEDIA	MEDIANA	RANGO	DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
0%	40.48	43.53	43.53	6.06	0.870	0.757	0.0200
	43.56						
	46.54						
3%	39.65	38.66	38.66	2.03	0.726	0.527	0.0188
	37.62						
	38.72						
5%	33.85	34.51	34.51	4.17	0.000	0.000	0.0000
	32.75						
	36.92						
8%	31.26	32.23	32.23	5.47	0.000	0.000	0.0000
	29.98						
	35.45						
10%	20.36	18.33	18.33	3.42	0.000	0.000	0.0000
	17.69						
	16.94						
12%	19.65	17.69	17.69	2.86	0.000	0.000	0.0000
	16.63						
	16.79						



MUESTRA	Resistencia	MEDIA	MEDIANA
MUESTRA PATRÓN	2.27	1.93	1.91
MUESTRA 3 %	1.58		
MUESTRA 5%	1.94		
MUESTRA 8%	1.87		
MUESTRA 10%	2.01		
MUESTRA 12%	1.88		

PROMEDIO	1.93
VARIANZA	0.04
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.20
MÁXIMO	2.27
MÍNIMO	1.58

GRÁFICA			
RESISTENCIA	PROMEDIO	LIMITE MAX DESV	LIMITE MIN DESV
2.27	1.93	2.13	1.72
1.58	1.93	2.13	1.72
1.94	1.93	2.13	1.72
1.87	1.93	2.13	1.72
2.01	1.93	2.13	1.72
1.88	1.93	2.13	1.72



ENSAYO DE FLEXIÓN EN ADOBES

ADOBE NORMAL (S100-CF0-C0))

Muestra Patrón 1	10.8947
Muestra Patrón 2	13.0390
Muestra Patrón 3	11.3243

MEDIA	DE	0.926
11.753	0.7362	
RANGO	1.6546	
2.1443	0.1835	
	2.5743	

ADOBE 10% DE CAL Y CENIZA DE CARBÓN (S100-CF10-C10))

Muestra Ad. con 10%	11.0255
Muestra Ad. con 10%	14.7707
Muestra Ad. con 10%	10.2663

MEDIA	DE	1.969
12.021	0.991	
RANGO	7.562	
4.5044	3.079	
	11.631	

	Muestra Patrón 1	Muestra Ad. con 10%
MEDIA	11.753	12.021
MEDIANA	11.753	12.021
RANGO	2.144	4.504
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.926	1.969
VARIANZA	0.858	3.877
COEF. DE VARIACIÓN	0.0788	0.1638

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7
DÍAS EN UNIDADES DE ADOBE**

	MEDIA	MEDIANA	RANGO	DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
Muestra Patrón	9.837	9.84	0.546	0.273	0.075	0.0278
Muestra Adic. 3%	12.608	12.61	4.43	2.216	4.911	0.1758
Muestra Adic. 5%	11.120	11.12	2.289	1.144	1.309	0.1029
Muestra Adic. 8%	9.917	9.92	1.310	0.655	0.429	0.0660
Muestra Adic. 10%	10.552	10.55	1.034	0.517	0.267	0.0490
Muestra Adic. 12%	10.472	10.47	2.856	1.428	2.039	0.1364

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14
DÍAS EN UNIDADES DE ADOBE**

	MEDIA	MEDIANA	RANGO	DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
Muestra Patrón	17.557	17.56	3.253	1.627	2.646	0.0926
Muestra Adic. 3%	15.792	15.79	1.723	0.861	0.742	0.0545
Muestra Adic. 5%	14.427	14.43	0.671	0.335	0.112	0.0232
Muestra Adic. 8%	13.995	13.99	0.722	0.361	0.130	0.0258
Muestra Adic. 10%	14.574	14.57	1.485	0.743	0.551	0.0509
Muestra Adic. 12%	16.076	16.08	0.955	0.477	0.228	0.0297

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 21
DÍAS EN UNIDADES DE ADOBE**

	MEDIA	MEDIANA	RANGO	DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
Muestra Patrón	17.063	17.06	3.170	1.585	2.512	0.0929
Muestra Adic. 3%	15.731	15.73	2.326	1.163	1.352	0.0739
Muestra Adic. 5%	15.806	15.81	-1.045	0.522	0.273	0.0330
Muestra Adic. 8%	16.961	16.96	0.197	0.099	0.010	0.0058
Muestra Adic. 10%	18.857	18.86	0.758	0.379	0.144	0.0201
Muestra Adic. 12%	17.964	17.96	2.583	1.291	1.668	0.0719

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28
DÍAS EN UNIDADES DE ADOBE**

	MEDIA	MEDIANA	RANGO	DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
Muestra Patrón	9.500	9.50	2.000	1.118	1.250	0.1177
Muestra Adic. 3%	11.593	11.59	2.000	1.162	1.351	0.1003
Muestra Adic. 5%	12.250	12.25	2.000	1.031	1.063	0.0841
Muestra Adic. 8%	13.500	13.50	1.000	0.500	0.250	0.0370
Muestra Adic. 10%	15.000	15.00	1.000	0.707	0.500	0.0471
Muestra Adic. 12%	14.750	14.75	1.000	0.559	0.313	0.0379

Cálculo para la Desviación Estandar

	0.075	4.911	1.309
	0.075	4.911	1.309
Suma	0.149	9.822	2.619
N=	2.000	2.000	2.000
DE=	0.273	2.216	1.144

	2.646	0.742	0.112
	2.646	0.742	0.112
Suma	5.291	1.484	0.225
N=	2.000	2.000	2.000
DE=	1.627	0.861	0.335

	2.512	1.352	0.273
	2.512	1.352	0.273
Suma	5.023	2.704	0.546
N=	2.000	2.000	2.000
DE=	1.585	1.163	0.522

	0.250	0.166	0.563
	2.250	2.537	1.563
Suma	2.500	2.703	2.125
N=	2.000	2.000	2.000
DE=	1.118	1.162	1.031

	0.429	0.267	2.039
	0.429	0.267	2.039
	0.858	0.535	4.079
	2.000	2.000	2.000
	0.655	0.517	1.428

	0.130	0.551	0.228
	0.130	0.551	0.228
	0.260	1.103	0.456
	2.000	2.000	2.000
	0.361	0.743	0.477

	0.010	0.144	1.668
	0.010	0.144	1.668
	0.020	0.287	3.336
	2.000	2.000	2.000
	0.099	0.379	1.291

	0.250	0.000	0.063
	0.250	1.000	0.563
	0.500	1.000	0.625
	2.000	2.000	2.000
	0.500	0.707	0.559

0%	1	19.54	15.75	19.96	15.2	19.75	15.48	305.631	3090	10.110
	2	19.37	14.31	19.32	14.12	19.35	14.22	274.989	2630	9.564
3%	1	19.74	14.25	19.37	14.52	19.555	14.385	281.30	4170	14.82
	2	19.44	14.94	19.31	14.86	19.375	14.9	288.69	3000	10.39
5%	1	19.74	14.24	19.43	14.73	19.59	14.49	283.689	2830	9.976
	2	19.37	14.42	19.75	14.26	19.56	14.34	280.490	3440	12.264
8%	1	19.95	14.64	19.61	14.34	19.78	14.49	286.612	3030	10.572
	2	19.87	14.86	19.95	14.64	19.91	14.75	293.673	2720	9.262
10%	1	19.24	14.23	19.72	14.52	19.48	14.38	280.025	2810	10.035
	2	19.31	14.61	19.31	14.21	19.31	14.41	278.257	3080	11.069
12%	1	19.23	14.84	19.23	14.7	19.23	14.77	284.027	3380	11.900
	2	19.82	14.41	19.78	14.74	19.80	14.58	288.585	2610	9.044

0%	1	20.81	14.34	19.86	13.55	20.34	13.95	283.572	5440	19.184
	3	19.77	14.42	19.78	14.72	19.78	14.57	288.122	4590	15.931
3%	5	19.45	14.61	19.53	14.6	19.49	14.61	284.65	4250	14.931
	6	19.14	14.42	19.56	14.13	19.35	14.28	276.22	4600	16.653
5%	5	19.64	14.37	19.24	14.76	19.44	14.57	283.144	3990	14.092
	6	19.34	13.77	19.52	14.26	19.43	14.02	272.311	4020	14.763
8%	5	19.8	14.31	19.78	14.45	19.79	14.38	284.580	3880	13.634
	6	19.57	14.52	19.64	14.26	19.61	14.39	282.116	4050	14.356
10%	3	19.68	14.34	19.86	14.33	19.77	14.34	283.403	3920	13.832
	4	19.9	14.34	19.63	14.86	19.77	14.60	288.569	4420	15.317
12%	4	19.81	14.63	19.82	14.76	19.82	14.70	291.181	4820	16.553
	6	19.76	14.65	19.72	13.54	19.74	14.10	278.235	4340	15.598

0%	1	19.83	14.72	19.74	14.77	19.79	14.75	291.730	5440	18.647
	3	19.98	14.98	19.64	14.96	19.81	14.97	296.556	4590	15.478
3%	3	19.83	14.72	19.74	14.77	19.79	14.75	291.73	4250	14.568
	4	19.98	14.98	19.64	14.96	19.81	14.97	296.56	5010	16.894
5%	3	19.98	14.61	19.92	14.25	19.95	14.43	287.879	4400	15.284
	4	19.31	14.82	19.41	13.46	19.36	14.14	273.750	4470	16.329
8%	5	19.77	14.62	19.86	14.47	19.82	14.55	288.209	4860	16.863
	6	19.78	14.25	19.85	13.32	19.82	13.79	273.150	4660	17.060
10%	5	19.77	14.32	19.87	14.46	19.82	14.39	285.210	5270	18.478
	6	19.86	14.26	19.78	14.33	19.82	14.30	283.327	5450	19.236
12%	3	19.67	14.72	19.66	14.56	19.67	14.64	287.896	4800	16.673
	5	19.86	14.98	19.84	14.95	19.85	14.97	297.055	5720	19.256

01	MUESTRA PATRÓN	98	990	10	9.50
02	MUESTRA PATRÓN	100	1040	10	
03	MUESTRA PATRÓN	97	950	10	
04	MUESTRA PATRÓN	96	810	8	
05	MUESTRA PATRÓN	98	750	8	
06	MUESTRA PATRÓN	97	910	9	

01	MUESTRA DE 3%	96	1090	11	11.59
02	MUESTRA DE 3%	96	1140	12	
03	MUESTRA DE 3%	95	1080	11	
04	MUESTRA DE 3%	97	1200	12	
05	MUESTRA DE 3%	97	1045	11	
06	MUESTRA DE 3%	96	988	10	

01	MUESTRA DE 5%	98	1200	12	12.25
02	MUESTRA DE 5%	97	1180	12	
03	MUESTRA DE 5%	98	1150	12	
04	MUESTRA DE 5%	97	1220	13	
05	MUESTRA DE 5%	99	1130	11	
06	MUESTRA DE 5%	97	1190	12	

01	MUESTRA DE 8%	98	1275	13	13.50
02	MUESTRA DE 8%	98	1285	13	
03	MUESTRA DE 8%	97	1261	13	
04	MUESTRA DE 8%	99	1287	13	
05	MUESTRA DE 8%	100	1350	14	
06	MUESTRA DE 8%	99	1386	14	

01	MUESTRA DE 10%	97	1365	14	15.00
02	MUESTRA DE 10%	98	1450	15	
03	MUESTRA DE 10%	99	1470	15	
04	MUESTRA DE 10%	97	1480	15	
05	MUESTRA DE 10%	98	1500	15	
06	MUESTRA DE 10%	98	1420	14	

01	MUESTRA DE 12%	100	1500	15	14.75
02	MUESTRA DE 12%	100	1530	15	
03	MUESTRA DE 12%	98	1370	14	
04	MUESTRA DE 12%	99	1390	14	
05	MUESTRA DE 12%	99	1445	15	
06	MUESTRA DE 12%	98	1410	14	