

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS

**Influencia de las tiras de PET en las propiedades físicas y
mecánicas del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto
distrito de San Jerónimo Cusco 2023**

Autores

CELSO NAZARIO HUILLCA HUALLPARIMACHI

WILFREDO ARPHI HUAMANI

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo -Perú

2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una licencia “Creative Commons Atribución 4.0 Internacional”

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Eigner Román Villegas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 24 de Mayo de 2024

Con suma agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023

Autor:

CELSO NAZARIO HUILLCA HUALLPARIMACHI y WILFREDO ARPHI HUAMANI – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 19 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

Eigner Román Villegas

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de investigación a mis padres, Benigno y Felicitas, y a mis docentes de Ingeniería Civil, porque fueron parte integral de mi educación personal y profesional.

Celso Nazario. Huilca Huallparimachi.

Asimismo, dedico esta tesis de investigación a mis padres, Aquilino y Cristina, por haber guiado mi camino en buen sentido y priorizar mi educación sobre sus intereses y necesidades personales.

Finalmente dedico a los buenos amigos por compartir ideas y por su ayuda durante la elaboración de la tesis de investigación.

Wilfredo Arphi Huamani.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar un reconocimiento especial al asesor de tesis Ing. Mgr. Eigner Román Villegas, quien con la experiencia y el conocimiento nos orientó en la presente investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema	4
1.2. Determinación de Objetivos	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
1.3. Justificación e Importancia del Estudio	5
1.3.1. Justificación técnica	5
1.3.2. Justificación social	6
1.3.3. Justificación por viabilidad	6
1.3.4. Justificación por relevancia.....	6
1.4. Hipótesis y Descripción de Variables	6
1.4.1. Hipótesis	6
1.4.2. Descripción de las variables.....	7
1.4.3. Operacionalización de la variable	11
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	13
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	13
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional	13
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	15
2.2. Bases Teóricas	18
2.2.1 Tiras de PET	18
2.2.2. Adobe.....	20
2.2.3. Selección del suelo.....	22
2.2.4. Clasificación de los suelos	28

2.2.5. Elaboración del adobe.....	33
2.2.6. Propiedades físicas del adobe	37
2.2.7 Propiedades mecánicas del adobe	40
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	44
3.1. Métodos y Alcance de la Investigación	44
3.1.1. Según su aplicación.....	44
3.1.2. Según su fin.....	44
3.2. Diseño de la Investigación	45
3.3. Población y Muestra	47
3.3.1. Población.....	47
3.3.2. Muestra	48
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	50
3.4.1. Técnicas de investigación o métodos.....	50
3.4.2. Instrumentos de Investigación	50
3.4.3. Procesos de recopilación de datos.....	52
3.4.4. Procesos y evaluación de datos.....	122
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	160
4.1. Presentación de Resultado	160
4.1.1 Resultado de la prueba en campo del suelo	160
4.1.2 Muestreo del suelo	160
4.1.3. Contenido de humedad	161
4.1.4. Límites de Atterberg (líquido y plástico).....	161
4.1.5. Granulometría	162
4.1.6. Alabeo.....	163
4.1.7. Absorción.....	163
4.1.8. Succión.....	164
4.1.9. Erosión acelerada (Swinburne-Saet).....	165
4.1.10. Resistencia a la compresión.....	166
4.1.11. Resistencia a la flexión	167
4.2. Prueba de Hipótesis.....	170
4.2.1. Hipótesis general.....	172
4.2.2. Hipótesis para verificar el alabeo.....	172
4.2.2. Hipótesis para verificar la absorción.....	175
4.2.3. Hipótesis para verificar la succión	175
4.2.4. Hipótesis para verificar la erosión acelerada	178
4.2.5. Hipótesis para probar la resistencia a la compresión	181

4.2.6. Hipótesis para probar la resistencia a la flexión.....	184
4.3. Discusión de Resultados	187
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	192
5.1. Conclusiones	192
5.2. Recomendaciones	193
BIBLIOGRAFÍA	195
ANEXOS	198

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	11
Tabla 2. Propiedades del PET	19
Tabla 3. Carta de Casagrande (SUSC).....	30
Tabla 4. Terminología suelo de grano grueso.....	30
Tabla 5. Terminología de suelos de grano fino.....	31
Tabla 6. Sistema AASHTO.....	33
Tabla 7. Diseño postprueba para un tradicional y varias mezclas	46
Tabla 8. Población	47
Tabla 9. Muestra	49
Tabla 10. Datos de la evaluación de olor.....	66
Tabla 11. Datos de la evaluación de color	68
Tabla 12. Datos de la evaluación de textura de la tierra	70
Tabla 13. Datos de la evaluación de la botella.....	72
Tabla 14. Datos de la evaluación de la cinta de barro.....	75
Tabla 15. Datos de la evaluación de la bola (resistencia)	78
Tabla 16. Datos de la evaluación de muestreo del suelo.....	80
Tabla 17. Datos de la evaluación de contenido de humedad	83
Tabla 18. Datos de la evaluación de granulometría.....	86
Tabla 19. Datos de la evaluación del límite líquido.....	90
Tabla 20. Datos de la evaluación del límite plástico.....	92
Tabla 21. Datos de la evaluación del alabeo, en el adobe control	95
Tabla 22. Datos de la evaluación de alabeo, en el adobe con 1 % de tiras de PET	96
Tabla 23. Datos de la evaluación de alabeo, en el adobe con 2 % de tiras de PET	97
Tabla 24. Datos de la evaluación de alabeo, en el adobe con 3 % de tiras de PET	98
Tabla 25. Datos de la evaluación de absorción, en el adobe control	101
Tabla 26. Datos de la evaluación de absorción, en el adobe con 1 % de tiras de PET	101
Tabla 27. Datos de la evaluación de absorción, en el adobe con 2 % de tiras de PET	102
Tabla 28. Datos de la evaluación de absorción, en el adobe con 3 % de tiras de PET	102
Tabla 29. Datos de la evaluación de succión, en el adobe control.....	106
Tabla 30. Datos de evaluación de succión, en el adobe con 1 % de tiras de PET.	106
Tabla 31. Datos de la evaluación de succión, en el adobe con 2 % de tiras de PET.....	107
Tabla 32. Datos de la evaluación de succión, en el adobe con 3 % de tiras de PET.....	107
Tabla 33. Datos de la evaluación de erosión acelerada, en el adobe control.	110
Tabla 34. Datos de la evaluación de erosión acelerada, en el adobe con 1 % de tiras de PET.	111

Tabla 35. Datos de la evaluación de erosión acelerada, en el adobe con 2 % de tiras de PET.	111
Tabla 36. Datos de la evaluación de erosión acelerada, en el adobe con 3 % de tiras de PET.	112
Tabla 37. Datos de la evaluación de resistencia a la compresión, en el adobe control	115
Tabla 38. Datos de la evaluación de resistencia a la compresión, en el adobe con 1 % de tiras de PET.....	116
Tabla 39. Datos de la evaluación de resistencia a la compresión, en el adobe con 2 % de tiras de PET.....	116
Tabla 40. Datos de la evaluación de resistencia a la compresión, en el adobe con 3 % de tiras de PET.....	117
Tabla 41. Datos de la prueba de resistencia a la flexión, en el adobe tradicional.....	120
Tabla 42. Datos de la evaluación de resistencia a la flexión, en el adobe con 1 % de tiras de PET.	120
Tabla 43. Datos de la evaluación de resistencia a la flexión, en el adobe con 2 % de tiras de PET.	121
Tabla 44. Datos en la evaluación de resistencia a la flexión, en el adobe con 3 % de tiras de PET.	121
Tabla 45. Evaluación de los datos de olor	122
Tabla 46. Evaluación de los datos de color.....	123
Tabla 47. Evaluación de los datos de tacto de la tierra	123
Tabla 48. Evaluación de los datos de la botella.	124
Tabla 49. Evaluación de los datos de cinta de barro	125
Tabla 50. Evaluación de los datos de resistencia	126
Tabla 51. Evaluación de los datos del muestreo del suelo.....	127
Tabla 52. Evaluación de los datos del contenido de humedad.....	128
Tabla 53. Evaluación de los datos del Límite de Atterberg (límite líquido).....	129
Tabla 54. Evaluación de los datos del límite de Atterberg (límite plástico).	130
Tabla 55. Límites de Atterberg.	130
Tabla 56. Límite líquido y plástico	131
Tabla 57. Carta de plasticidad de Casa Grande (SUCS).....	131
Tabla 58. Límite de la consistencia.....	131
Tabla 59. Según el sistema de clasificación SUCS.....	132
Tabla 60. Evaluación de los datos de la granulometría.....	133
Tabla 61. Curva granulométrica del suelo.	133
Tabla 62. Sistemas de clasificación AASHTO.	134
Tabla 63. Sistema clasificación AASHTO A-2-4.....	134

Tabla 64. Evaluación de los datos del alabeo en el adobe control.....	135
Tabla 65. Evaluación de los datos del alabeo en el adobe con 1 % de tiras de PET.....	136
Tabla 66. Evaluación de los datos del alabeo en el adobe con 2 % de tiras de PET.....	137
Tabla 67. Evaluación de los datos del alabeo en el adobe con 3 % de tiras de PET.....	138
Tabla 68. Evaluación de los datos del ensayo de alabeo.....	138
Tabla 69. Evaluación de los datos de la absorción en el adobe tradicional.	140
Tabla 70. Evaluación de los datos en la absorción en el adobe con 1 % de tiras de PET.....	141
Tabla 71. Evaluación de los datos en la absorción en el adobe con 2 % de tiras de PET.....	142
Tabla 72. Evaluación de los datos de la absorción en el adobe con 3 % de tiras de PET.....	142
Tabla 73. Evaluación de los datos en la succión en el adobe tradicional.....	144
Tabla 74. Evaluación de los datos de la succión, en el adobe con 1 % de tiras de PET.	144
Tabla 75. Evaluación de los datos de la succión, en el adobe con 2 % de tiras de PET.	145
Tabla 76. Evaluación de los datos en la succión en el adobe con 3 % de tiras de PET.	145
Tabla 77. Evaluación de los datos del ensayo de succión.....	145
Tabla 78. Erosión acelerada, criterios de resistencia	147
Tabla 79. Erosión acelerada, criterios de resistencia	147
Tabla 80. Evaluación de los datos en la erosión acelerada en el adobe tradicional.	148
Tabla 81. Evaluación de los datos en la erosión acelerada en el adobe con 1 % de tiras de PET.	149
Tabla 82. Evaluación de los datos en la erosión acelerada en el adobe con 2 % de tiras de PET.	149
Tabla 83. Evaluación de los datos en la erosión acelerada en el adobe con 3 % de tiras de PET.	149
Tabla 84. Evaluación de datos de la erosión acelerada.....	150
Tabla 85. Evaluación de los datos en la resistencia a la compresión en el adobe control.....	152
Tabla 86. Evaluación de los datos en la resistencia a la compresión en el adobe al 1 % de tiras de PET.....	152
Tabla 87. Evaluación de los datos en la resistencia a la compresión en el adobe al 2 % de tiras de PET.....	153
Tabla 88. Evaluación de los datos en la resistencia a la compresión en el adobe al 3 % de tiras de PET.....	153
Tabla 89. Evaluación de datos de la resistencia a la compresión.....	154
Tabla 90. Evaluación de los datos en la resistencia a la flexión en el adobe control.....	155
Tabla 91. Evaluación de los datos en la resistencia a la flexión en el adobe al 1 % de tiras de PET.	157
Tabla 92. Evaluación de los datos en la resistencia a la flexión en el adobe al 2 % de tiras de PET.	157

Tabla 93. Evaluación de los datos en la resistencia a la flexión en el adobe al 3 % de tiras de PET.	158
Tabla 94. evaluación de datos de la resistencia a la flexión.....	158
Tabla 95. Resumen del resultado de las pruebas en in situ.....	160
Tabla 96. Resultado del muestreo.....	160
Tabla 97. Resultado del contenido de humedad	161
Tabla 98. Resultado de límites de Atterberg.....	161
Tabla 99. Resultado tipo material según SUCS.....	161
Tabla 100. Resultado del sistema clasificación AASHTO	162
Tabla 101. Resultado del ensayo de alabeo	163
Tabla 102. Resultado del ensayo de absorción	163
Tabla 103. Resultado del ensayo de succión.....	164
Tabla 104. Resultado del ensayo de erosión acelerada.....	165
Tabla 105. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión	166
Tabla 106. Resultados del ensayo de resistencia a la flexión.	167
Tabla 107. Cuadro resumen de los ensayos de laboratorios.	168
Tabla 108. Porcentaje de mejora (porcentaje de variación), con tiras de PET, respecto al adobe control.....	169
Tabla 109. Análisis de datos en la normalidad en el alabeo del adobe control y adobes con tiras de PET.....	172
Tabla 110. Prueba de regresión lineal para el alabeo del adobe control y adobes mejorados.	173
Tabla 111. Análisis de ANOVA, en el alabeo del adobe control y adobe mejorado.	175
Tabla 112. Análisis de datos en la normalidad en la succión del adobe control y adobes con tiras de PET.....	175
Tabla 113. Prueba de regresión lineal en la succión del adobe control y adobes mejorados.	176
Tabla 114. Análisis de ANOVA, del adobe control y adobe mejorado, en la succión.	178
Tabla 115. Análisis de datos en la normalidad en la erosión acelerada en el adobe control y adobes con tiras de PET.....	178
Tabla 116. Prueba de regresión lineal para la erosión acelerada del adobe control y adobes mejorados.....	179
Tabla 117. Análisis de ANOVA, del adobe control y adobe mejorado, en la erosión acelerada.	181
Tabla 118. Análisis de datos en la normalidad de la resistencia a la compresión en el adobe control y adobes con tiras de PET.....	181
Tabla 119. Prueba de regresión lineal para la resistencia a la compresión del adobe control y adobes mejorados.....	182

Tabla 120. Análisis de ANOVA, en la resistencia a la compresión del adobe control y adobe mejorado.	184
Tabla 121. Análisis de datos en la normalidad de la resistencia a la flexión en el adobe control y adobes mejorados.....	184
Tabla 122. Prueba de regresión lineal para la resistencia a la flexión del adobe control y adobes mejorados.....	185
Tabla 123. Análisis de ANOVA, en la resistencia a la flexión del adobe control y adobe mejorado	187

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vivienda con fallas del adobe, como rajaduras, erosión por humedad y posterior colapso.	2
Figura 2. Vivienda de adobe sin protección de estucado de yeso o tarrajeo de cemento.	3
Figura 3. Pared donde el adobe ha sido desgastado por la erosión.	3
Figura 4. Elaboración del adobe en la Comunidad Huaccoto San Jerónimo, Cusco.	4
Figura 5. Tiras de PET.	7
Figura 6. Alabeo del adobe.	8
Figura 7. Absorción del adobe.	8
Figura 8. Succión del adobe.	9
Figura 9. Erosión acelerada del adobe.	9
Figura 10. Resistencia a compresión del adobe.	10
Figura 11. Resistencia a flexión del adobe.	10
Figura 12. Fórmula del Tereftalato Polietileno (PET)	18
Figura 13. Prueba de la botella (granulometría).	24
Figura 14. Ensayo de la bola de barro.	25
Figura 15. Longitudes del adobe.	34
Figura 16. Mezclado de barro.	35
Figura 17. Adobera.	35
Figura 18. Proceso de secado del adobe.	36
Figura 19. Control de calidad del adobe, rajaduras.	36
Figura 20. Control de calidad del adobe, rotura.	37
Figura 21. Equipo de goteo.	41
Figura 22. Máquina de compresión.	42
Figura 23. Esquema de la resistencia a la flexión.	43
Figura 24. Adobera rectangular a utilizar en el proyecto.	47
Figura 25. Recolección y lavado de botellas de PET.	52
Figura 26. Elaboración de las tiras de PET.	53
Figura 27. Acopio de las tiras de PET.	53
Figura 28. Tiras de PET.	54
Figura 29. Selección para humedecer la tierra por 24 horas.	55
Figura 30. Elaboración de la mezcla de barro.	55
Figura 31. Reposo de la masa de barro durante un día.	56
Figura 32. Fabricación de adobe control (con paja).	56
Figura 33. Unidades de adobes control con 25 gramos de paja.	57

Figura 34. Preparación del adobe con el 1 % de tiras de PET.	58
Figura 35. Mezcla del adobe con el 1 % de tiras de PET.	58
Figura 36. adobes con el 1 % de tiras de PET.....	59
Figura 37. Secado de los adobes con el 1 % de tiras de PET.....	59
Figura 38. Preparación del adobe con el 2 % de tiras de PET.	60
Figura 39. Dosificación del adobe con el 2 % de tiras de PET.....	61
Figura 40. Elaboración de los adobes con el 2 % de tiras de PET.....	61
Figura 41. Secado de los adobes con el 2 % de tiras de PET.....	62
Figura 42. Preparación del adobe con el 3 % de tiras de PET.	63
Figura 43. Mezcla del adobe con el 3 % de tiras de PET.	63
Figura 44. Dosificación con el 3 % de tiras de PET.	64
Figura 45. Secado de los adobes con el 3 % de tiras de PET.....	64
Figura 46. Evaluación de los olores in situ del espécimen 1 y 2.	65
Figura 47. Evaluación del olor in situ de la muestra 3.....	65
<i>Figura 48.</i> Muestra 01 y 03, de la evaluación de olor.	67
Figura 49. Muestra 2, de la evaluación de olor.	67
Figura 50. Evaluación de textura de la tierra.	69
Figura 51. Evaluación de textura de las muestras 1, 2 y 3.	69
Figura 52. Llenado con tierra, el añadido de agua y finalmente la agitación en la botella descartable.	71
Figura 53. Reposar por un día para medir los estratos.....	71
Figura 54. Medición de los estratos	72
Figura 55. Rollo de un diámetro de 1.5 cm con tierra húmeda.	73
Figura 56. Aplastado de las bolitas hasta llegar a cintas de un diámetro de cuatro milímetros.	74
Figura 57. Colgara de la mano, la cinta de barro y se procede a medir.	74
Figura 58. Realizar 4 bolitas para la prueba.....	76
Figura 59. Medir las 4 bolitas de la prueba.....	76
Figura 60. Secado por 48 horas de las 4 bolitas para la prueba.	77
Figura 61. Probando la resistencia de las 4 bolitas.	77
Figura 62. Muestreo del suelo.....	79
Figura 63. Repartición de la muestra en 4 partes y elegimos 2 muestras representativas.	79
Figura 64. Pesado de la muestra.	80
Figura 65. Pesado de la tara vacía y con contenido de la muestra.	81
Figura 66. Pesado de las 3 muestras.	82
Figura 67. Colocado al horno por 24 horas las 3 muestras.	82
Figura 68. Pesado de la muestra seca sacadas del horno.	84

Figura 69. Tamizado manualmente.....	84
Figura 70. Registro de peso retenida en cada malla.....	85
Figura 71. Porción retenida en cada malla.....	85
Figura 72. Muestra pasada por el tamiz número 40.....	87
Figura 73. Pesado de la muestra.....	88
Figura 74. Mezclado del espécimen.....	88
Figura 75. Colocado la muestra y dividiendo con el acanalador en la copa de casa grande....	89
Figura 76. Obtención de las muestras y colocado al horno.....	89
Figura 77. Preparación de la masa.....	91
Figura 78. Amasado de la pasta de 1 cm ³	91
Figura 79. Amasado y colocado al horno.....	92
Figura 80. Medición del alabeo del adobe control.....	93
Figura 81. Medición del alabeo del adobe con 1 % de tiras de PET.....	94
Figura 82. Medición del alabeo del adobe con 2 % de tiras de PET.....	94
Figura 83. Medición del alabeo del adobe con 3 % de tiras de PET.....	95
Figura 84. Antes de la Inmersión de las unidades de adobe.....	99
Figura 85. Prueba de absorción de las unidades de adobe control y con 1 % de tiras de PET.	99
Figura 86. Prueba de absorción de las unidades de adobe con tiras de PET al 2 % y 3 %	100
Figura 87. Prueba de absorción, unidad de adobe control y adicionado con tiras de PET se destrozaron completamente antes de 60 minutos.....	100
Figura 88. Pesado del adobe control y con tiras de PET en el 1 %, 2 % y 3 %	103
Figura 89. Succión, en el adobe control y el 1 % de tiras de PET sobre las dos cuñas durante 60 segundos.....	104
Figura 90. Succión en el adobe con el 2 % y 3 % de tiras de PET sobre las dos cuñas durante 60 segundos.....	104
Figura 91. Pesando nuevamente los adobes después de la succión de 60 segundos el adobe control y los con tiras de PET al 1 %, 2 % y 3 %	105
Figura 92. Ensayo Saet, del adobe control y con el 1 % de tiras de PET a un ángulo de 27° en el tiempo de 10 minutos.....	108
Figura 93. Ensayo de la unidad de adobe al 2 % y 3 % de tiras de PET a un ángulo de 27, en el tiempo de 10 minutos.....	109
Figura 94. Oquedad del adobe control y 1 % con tiras de PET.....	109
Figura 95. Oquedad del adobe 2 % y 3 % con tiras de PET.....	110
Figura 96. Máquina de compresión y las muestras a ensayar.....	113
Figura 97. Unidad ensayada de adobe control.....	113
Figura 98. Unidad ensayada de adobe al 1 % de tiras de PET.....	114
Figura 99. Unidad ensayada de adobe al 2 % de tiras de PET.....	114

Figura 100. Unidad ensayada de adobe al 3 % de tiras de PET.....	115
Figura 101. Muestra de los adobes, en los análisis de resistencia a la flexión y las varillas de soporte.....	118
Figura 102. Prueba de resistencia a la flexión del adobe control.....	118
Figura 103. Prueba de la resistencia a la flexión del adobe con el 1 % de tiras de PET.....	119
Figura 104. Prueba de resistencia a la flexión del adobe con el 2 % de tiras de PET.....	119
Figura 105. Prueba de la resistencia a la flexión del adobe con el 3 % de tiras de PET.....	120
Figura 106. Evaluación de los datos del ensayo de alabeo.	139
Figura 107. Evaluación de los datos del ensayo de succión.	146
Figura 108. Evaluación de los datos de la Erosión acelerada.	151
Figura 109. Evaluación de datos de la resistencia a la compresión.	154
Figura 110. evaluación de datos de la resistencia a la flexión.	159
Figura 111. Resultado ensayo de alabeo.....	163
Figura 112.Resultados del ensayo de absorción.	164
Figura 113. Resultado del ensayo de Succión.....	165
Figura 114. Resultado del ensayo de erosión acelerada.....	166
Figura 115. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.....	167
Figura 116. Resultados del ensayo de resistencia a la flexión.	168
Figura 117. Regresión lineal del alabeo.....	174
Figura 118. Regresión linealizado del alabeo.	174
Figura 119. Regresión lineal de la succión.	177
Figura 120. Regresión linealizado de la succión.....	178
Figura 121. Regresión lineal de la erosión acelerada.....	180
Figura 122. Regresión linealizado de la erosión acelerada.	180
Figura 123. Regresión lineal de la resistencia a la compresión.	183
Figura 124. Regresión linealizado de la resistencia a la compresión.....	183
Figura 125. Regresión lineal de la resistencia a la flexión.....	186
Figura 126. Regresión linealizado de la resistencia a la flexión.	186

RESUMEN

La tesis titulada: “Influencia de las tiras de PET en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo Cusco 2023”. Este estudio tiene como objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas al añadir tiras de PET reciclado en proporciones del 1%, 2% y 3%. Se llevarán a cabo pruebas in situ y laboratorio, como el muestreo de suelo, determinación del contenido de humedad, límites de Atterberg, análisis granulométrico, alabeo, absorción, succión, erosión acelerada, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Los adobes tienen dimensiones de 33 cm x 16.5 cm x 8.25 cm, y las tiras de botellas de PET tienen tamaños de 10-30 cm x 2-5 mm x 0.1-0.33 mm. Este estudio es aplicado y tiene un enfoque descriptivo-explicativo, la investigación es experimental y se basó en una muestra conveniencia de 144 adobes. Los resultados más favorables se obtuvieron para los adobes mejorados con un 3% de PET en sus propiedades mecánicas y se concluye que mejoro en comparación con el adobe control: la erosión acelerada disminuyó en 16.67 mm de oquedad, lo que representa una reducción del 68.49%; la resistencia a la compresión aumentó a 3.87 kg/cm², lo que equivale a un incremento del 27.34%; y la resistencia a la flexión se incrementó a 4.3 kg/cm², lo que corresponde a un aumento del 69.28%.

Palabras clave: adobe, tiras de PET, Norma E.080, absorción, alabeo, absorción, succión, erosión acelerada, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

ABSTRACT

The thesis titled: “Influence of PET strips on the physical and mechanical properties of traditional adobe in the community of Huaccoto, district of San Jerónimo Cusco 2023.” This study aims to analyze the physical and mechanical properties by adding recycled PET strips in proportions of 1%, 2% and 3%. On-site and laboratory tests will be carried out, such as soil sampling, determination of moisture content, Atterberg limits, granulometric analysis, warping, absorption, suction, accelerated erosion, compressive strength and flexural strength. The adobes have dimensions of 33 cm x 16.5 cm x 8.25 cm, and the PET bottle strips have sizes of 10-30 cm x 2-5 mm x 0.1-0.33 mm. This study is applied and has a descriptive-explanatory approach, the research is experimental and was based on a convenience sample of 144 adobes. The most favorable results were obtained for the adobes improved with 3% PET in their mechanical properties and it is concluded that improvement compared to the control adobe: accelerated erosion decreased by 16.67 mm of cavity, which represents a reduction of 68.49 %; the compressive strength increased to 3.87 kg/cm², which is equivalent to an increase of 27.34%; and the flexural strength increased to 4.3 kg/cm², which corresponds to an increase of 69.28%.

Keywords: adobe, PET strips, Standard E.080, absorption, warping, absorption, suction, accelerated erosion, compressive strength, flexural strength.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la unidad de adobe es importante en las edificaciones de cercos y casas, es más notoria su uso en las zonas rurales y comunidades del departamento Cusco, Perú, por su conocido proceso de elaboración y de su abundante materia prima.

Una de las razones del presente estudio es mejorar el adobe tradicional, adicionando tiras de PET para alargar la vida útil de la unidad de albañilería del suelo crudo, así mismo el uso de material que normalmente contamina se usará para reforzar el adobe. El estudio investigó las propiedades físicas y mecánicas de los adobes que incorporan tiras de PET provenientes de botellas desechable y recicladas en los porcentajes 1 %, 2 % y 3 % en peso seco, del adobe control (adobe tradicional). Por lo que se procedió a la elaboración, mezcla y dosificación en los porcentajes de PET y posteriormente se realizó el secado durante 28 días, se basó en la referencia NTE E.080, en el ensayo del alabeo, absorción y succión se tomó en cuenta como referencia a los ensayos de ladrillos de arcilla, la cual se acomoda más al presente estudio (NTP 399.613, 2005).

Respecto a la prueba de erosión acelerada, que mide la profundidad del desgaste bajo lluvia constante simulada según la normativa española UNE (41410), y la prueba de laboratorio de resistencia a la compresión del adobe, se tomó en cuenta la NTP 399.613 (2005) y E.080, la cual se acomoda más a la investigación y en el ensayo de laboratorio de la resistencia a la flexión se tiene (NTP 339.078, 2012); además, el ensayo de laboratorio de la resistencia de la flexión para la ductilidad de metales rectangulares (ASTM E290), después de los resultados de realizar una comparación entre el adobe control y adobes adicionados con tiras de PET en las propiedades físicas y propiedades mecánicas se procede a las conclusiones.

Asimismo, el presente trabajo se justifica porque es un aditivo nuevo y en desuso (las botellas de plástico reciclado) que reforzará la unidad de albañilería, permitiendo a los usuarios de edificaciones de adobe mayor seguridad y confort. Por lo que la tesis es importante porque contribuye a disminuir los índices de contaminación por botellas de plástico. Asimismo, el proceso de investigación se organiza en cinco capítulos, a saber: el capítulo I, que aborda el planteamiento y formulación del problema, la determinación de objetivos, las justificaciones y la importancia del estudio, así como las hipótesis y la descripción de variables. A continuación, el capítulo II presenta el marco teórico, los antecedentes de la investigación y las bases teóricas. Continúa el capítulo III, donde se halla lo siguiente: metodología, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas de investigación, instrumentos de investigación, proceso recolección de datos, ensayos de conformidad *in situ* y ensayos de laboratorio. Seguido por el capítulo IV presenta los resultados de las pruebas de laboratorio y su discusión. Finalmente, el capítulo V contiene las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1 Planteamiento del problema

Hasta la fecha actual, se estima que la cantidad total de plástico en todo el mundo alcanza las ocho mil trescientos millones de toneladas. Para el año 2015, la producción de residuos plásticos alcance aproximadamente los seis mil trescientos millones de toneladas, de las cuales solo el nueve por ciento se reciclará y el doce por ciento se incinerará. Si se continúa con las mismas prácticas de generación de residuos, el setenta y nueve por ciento restante se acumulará en el entorno natural. Para el año 2050, se proyecta que alrededor de doce mil millones de toneladas de plástico serán liberadas en el medio ambiente. Alrededor del treinta por ciento de la población mundial reside en viviendas construidas principalmente con tierra, un material básico que se destaca por su bajo costo y su carácter eco amigable. El interés en este tipo de construcciones está creciendo debido a estas características (1). El adobe y el ladrillo son componentes estructurales, siendo el adobe un material tradicional que aún se emplea en áreas rurales debido a su fácil disponibilidad a pesar de no ser la mejor opción, cuando las estructuras de adobe esta sometidas a las acciones de viento, lluvias y sismos originan el deterioro, reduciendo la resistencia de la flexión y de la compresión. En América Latina existen muchas familias que realizan construcciones con adobes, esto se debe a que existe materia prima abundante, el cual puede fabricarse de manera artesanal; y es aquí en donde puede mejorarse sus propiedades mecánicas (2).

También en el Perú se ha experimentado un aumento significativo en la generación de restos de plástico. En el estudio realizado en la Asociación Civil Recíclame, se produce cada año 1.4 millones de toneladas de plástico, de las cuales el cincuenta y ocho por ciento, se transforma en resto de plásticos. Mientras que el quince por ciento, o ciento veinte cuatro mil toneladas, se recicla. De lo expuesto hasta ahora, es evidente que, si no se implementan adecuadas para mitigar el impacto ambiental de los desechos plásticos, se enfrentarán graves problemas en la producción de plásticos para el año 2050. Esto dará lugar a un aumento en la cantidad de residuos plásticos, generando importantes desafíos para el medio ambiente. En términos de construcciones con materiales como la tierra, el principal ejemplo en el Perú es Chan Chan, la ciudad de tierra más destacada de América Latina. Esta ciudad fue construida alrededor del año 850 después de Cristo por la antigua cultura Chimú, y se encuentra ubicada en la costa norte del Perú. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), tomando en cuenta el censo de 2017, más de 2.148.494 viviendas están construidas con barro

o tierra apisonada, lo que representa el 27,9%, el Cusco, con 217, 794 viviendas representa (67.3 %) (1).

En el Cusco, los adobes tradicionales sufren defectos como agrietamiento y erosión debido a la humedad, y también tienen malas propiedades mecánicas y propiedades físicas. Por este motivo, es necesario fabricar adobes mejorados (3). En la figura 1, evidenciamos que la estructura de adobe está al borde del colapso.



Figura 1. Vivienda con fallas del adobe, como rajaduras, erosión por humedad y posterior colapso.

En la comunidad de Huaccoto, el adobe sigue siendo uno de los elementos utilizados en las construcciones debido a que tiene características como: es fácil de elaboración, el material es abundante, está disponible en la zona y está al alcance de los comuneros. Se observa que las viviendas de adobe se encuentran húmedas, rajadas, agrietadas, en algunos casos al borde del colapso, debido a fenómenos naturales y a la unidad de adobe que presenta deterioro físicamente. En la figura 2, se aprecia la vivienda no protegida frente agentes naturales.



Figura 2. Vivienda de adobe sin protección de estucado de yeso o tarrajeo de cemento.

Las causas del deterioro de la unidad de adobe se deben a que los comuneros de Huaccoto son los que elaboran los adobes de manera artesanal, sin la dosificación adecuada, sin estar capacitados, sin cumplir con la norma E.080. También, otros factores como agentes naturales que causan que las viviendas de adobe muestren un deterioro, se disgregue, desmoronen, presenten rajadura y el adobe tenga poca durabilidad, como consecuencia originen gastos en la reparación de las viviendas y finalmente el colapso de las viviendas den origen accidentes. En la figura 3, se aprecia la vivienda erosionada.



Figura 3. Pared donde el adobe ha sido desgastado por la erosión.

El adobe tradicional tiene una vida corta, por tal motivo, en la investigación se busca desarrollar un modelo de adobe mejorado utilizando tiras de PET recicladas al 1 %, 2 % y 3 % en peso del adobe seco, pretendiendo de esta manera innovar y usar materiales reciclados, que

se utilizarían en vez de la paja para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Para luego ser evaluado comparativamente con el adobe control (adobe tradicional) y elegir el que dé resultados óptimos para su utilización en las edificaciones de cercos y casas en las comunidades, zonas rurales y restauración de viviendas antiguas, en la investigación se elaborarán adobes control y adobes mejorados con tiras de PET. Figura 1. Se observa la elaboración del adobe.



Figura 4. Elaboración del adobe en la Comunidad Huaccoto San Jerónimo, Cusco.

1.1.2. Formulación del problema

A. Problema general

¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?

B. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en el alabeo del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?
- b) ¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en la absorción del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?
- c) ¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en la succión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?
- d) ¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en la erosión acelerada Swinburne del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?
- e) ¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en la resistencia a la compresión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?

- f) ¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en la resistencia a la flexión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?

1.2. Determinación de Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de las tiras de PET en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la influencia de las tiras de PET en el alabeo del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).
- b) Determinar la influencia de las tiras de PET en la absorción del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).
- c) Determinar la influencia de las tiras de PET en la succión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).
- d) Determinar la influencia de las tiras de PET en la erosión acelerada Swinburne del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)
- e) Determinar la influencia de las tiras de PET en la compresión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).
- f) Determinar la influencia de las tiras de PET en la flexión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

1.3. Justificación e Importancia del Estudio

1.3.1. Justificación técnica

Las tiras de PET, reciclado adicionado al adobe tradicional (sin paja), contribuirán a la mejora de la unidad de adobe, con lo cual se propone una innovación que podría tener un impacto significativo en la ingeniería civil, en la ejecución de los adobes con tiras de PET. Dado que esta estrategia persigue mejorar las características físicas y mecánicas del adobe, además de promover la reutilización de botellas de plástico que es un material altamente contaminante del ambiente.

1.3.2. Justificación social

Los beneficiarios comprenden tanto los residentes de la comunidad de Huaccoto, quienes fabrican los adobes, como los investigadores que llevan a cabo estudios sobre el adobe mediante mejorado el uso de tiras de PET reciclado.

1.3.3. Justificación por viabilidad

El estudio es viable, dado que se emplea un material contaminante, como son las botellas de plástico, que son fácilmente accesibles en el distrito de San Jerónimo. Además, se han obtenido los permisos necesarios, incluido el acceso a laboratorios y terrenos, así como se poseen los conocimientos y recursos necesarios. Con todos estos elementos, el estudio se llevará a cabo de manera óptima y sin contratiempos. Además, los investigadores disponen del tiempo y los conocimientos necesarios para llevar a cabo el estudio hasta su conclusión.

1.3.4. Justificación por relevancia

A pesar que existen nuevos materiales de construcción en las zonas rurales en las comunidades se sigue utilizando el adobe por el fácil acceso, material abundante y realización. De modo que los pobladores pueden acceder a una casa confortable y segura, entonces pensando que, si el adobe se elabora de una manera adecuada con tiras de PET, esto mejorará sus propiedades mecánicas y físicas.

1.4. Hipótesis y Descripción de Variables

1.4.1. Hipótesis

1.4.1.1. Hipótesis general

Las tiras de PET influirán significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

1.4.1.2. Hipótesis específicas

- a) Las tiras de PET influirán significativamente en el alabeo del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)
- b) Las tiras de PET influirán significativamente en la absorción del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).
- c) Las tiras de PET influirán significativamente en la succión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).
- d) las tiras de PET influirán significativamente en la erosión acelerada Swinburne del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

- e) Las tiras de PET influirán significativamente en la resistencia a la compresión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).
- f) Las tiras de PET influirán significativamente en la resistencia a la flexión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

1.4.2. Descripción de las variables

1.4.2.1. Variable independiente

Tiras de PET

Las tiras de PET se obtienen de las botellas de gaseosa descartable reciclada, se cortan en tiras regulares con tijera con las dimensiones de longitud de 10 a 30 cm, ancho de 2 a 5 mm y un espesor de 0.1 a 0.33 mm. Su material original de las tiras de PET (tereftalato de polietileno), que es un polímero no renovable derivado del petróleo. Tiene propiedades como resistencia física, propiedades térmicas, ligereza y resistencia química (2).



Figura 5. Tiras de PET.

1.4.2.1. Variables dependientes

Propiedades físicas

Alabeo

Las fallas aparecen en deformaciones o grietas que aparecen en el lado opuesto del adobe o en partes del mismo, en áreas vacías que sobresalen o sobresalen de la forma regular (convexa) (no convexa) (4).



Figura 6. Alabeo del adobe.

Absorción

La medición de la permeabilidad del adobe, generalmente interpretada como indicador de su porosidad, evalúa la capacidad de absorción a través del cuerpo del adobe cuando se sumerge completamente en agua. Las unidades de adobe tienden a deteriorarse cuando están húmedas y también cuando se someten a ciclos de congelación y descongelación (5).



Figura 7. Absorción del adobe

La succión

Es una medida de la velocidad a la que el agua es absorbida por el adobe en la superficie de apoyo y esta es una propiedad importante en la definición de la relación mortero y unidad del contacto con el agua y, por consiguiente, la resistencia del adobe (6).



Figura 8. Succión del adobe.

Propiedades mecánicas

La erosión acelerada (Swinburne)

Se trata de la reacción de la unidad de adobe frente a la erosión de su superficie causada por el goteo continuo de gotas de agua en su cara, imitando los efectos de una lluvia ligera y constante. Luego, se comparan los resultados obtenidos para determinar qué unidades de adobe muestran mayor y menor grado de erosión. (3).



Figura 9. Erosión acelerada del adobe.

Resistencia a la compresión

Se realiza la determinación mediante la prueba de un cubo de adobe, cuya longitud de arista corresponde al tamaño mínimo de la longitud del adobe. Para evaluar la resistencia a la compresión del adobe control, se eligen cuatro adobes de los seis probados y se calcula la resistencia de al menos seis adobes. Además, se emplean adobes secos con una resistencia mínima aceptable de $10,2 \text{ kg/cm}^2$ (3).



Figura 10. Resistencia a compresión del adobe.

Resistencia a la flexión

La unidad de adobe se evalúa al aplicar una carga sobre su cara, sostenida por dos cuñas metálicas colocadas debajo del adobe, hasta que este falle. Posteriormente, se registre la carga máxima que la unidad de adobe tradicional o mejorada pudo soportar (6).



Figura 11. Resistencia a flexión del adobe.

1.4.3. Operacionalización de la variable

Tabla 1. Operacionalización de variables

Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones o niveles	Indicadores
Independiente las tiras PET	Los plásticos son polímeros no renovables derivados de petróleo y son procesados con antimonio para obtener el PET (<i>tereftalato de polietileno</i>). Este tipo de plástico tiene las siguientes propiedades mecánicas, físicas, químicas y térmicas (2).	Las tiras de PET de gaseosas descartable de botellas recicladas se cortan en tiras regulares con tijera con las medidas siguientes. Longitud: 10 a 30 cm Ancho: 2 a 5 mm Espesor: 0.1 a 0.33 mm.	1. Tiras de polietileno al 1 % del peso total del adobe. 2. Tiras de polietileno al 2 % del peso total. 3. Tiras de polietileno al 3 % del peso total.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dimensiones de tiras PET ➤ Longitud: 10 a 30 cm ➤ Ancho: 2 a 5 mm ➤ Espesor: 0.1 a 0.33 mm.
Dependientes.	Propiedades físicas Se denomina alabeo a las deformaciones o grietas que se presentan en las caras opuestas del adobe o partes, áreas vacías (no convexo) que son resaltantes o escapan de la forma regular (convexo) (4).	Se coloca una regla a lo largo del adobe y otra regla de manera perpendicular que intercepte hasta que llegue a la superficie del adobe para obtener la altura (no convexo o cóncavo) del alabeo.	Alabeo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Medida de las aristas. ➤ Medida de las diagonales. ➤ Medida de la convexidad y concavidad.
	La absorción es la medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería, frecuentemente se toma como medida de la porosidad, lo que a su vez se considera indicativa de: La posible filtración a través de las unidades de albañilería de adobe (5).	Se metra la longitud, ancho y altura del adobe, pesamos la unidad de adobe seco en una balanza. Se pone el adobe a inmersión completa en agua el tiempo de 24 horas en una batea, tomamos dato cada 1, 6, 12 y 24 horas.	Absorción	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso del adobe seco gr. ➤ Peso del adobe con agua absorbida gr.
	La succión. Es la medida de la velocidad de embeber el agua por la unidad de albañilería en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir	En una batea con agua se coloca cuadraditos (ladrillo a manera de tacos), que sobrepase los 3 mm de una cara de contacto del adobe, se	Porcentaje de succión	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso seco del adobe (gr).

Propiedades mecánicas	<p>la relación mortero-unidad en la interface de contacto, por lo tanto, la resistencia a tracción de la albañilería (6).</p>	<p>pesa adobe seco después 1 minuto en la batea se retira y registramos los pesos.</p>	<p>➤ Peso con agua succionada del adobe (gr).</p>
	<p>La erosión acelerada. Este es el comportamiento de la unidad de adobe relacionado con la erosión superficial provocada por el contacto continuo de las gotas de agua en una cara del adobe, simulando los efectos de una lluvia intensa y prolongada. (3)</p>	<p>Se deja caer agua por escorrentía sobre el bloque a través de un tubo de 2.5 mm de radio, con un caudal de 628.30 ml/min, unido a un depósito de agua de 1.5 m de altura se deja caer sobre la cara del bloque de adobe durante 10 min, el adobe debe estar en un ángulo de 27 grados con la horizontal. Con la regla se midió la altura del hueco que origino al interior de la unidad de adobe.</p>	<p>Erosión acelerada</p> <p>➤ Altura de caída de chorro de agua</p> <p>➤ Caudal de caída</p> <p>➤ Inclinación del adobe.</p> <p>➤ Oquedad (mm)</p>
	<p>Resistencia a la compresión. Es la fuerza compresiva de la unidad de adobe, esa fuerza actúa sobre el cuerpo y crea una fuerza de resistencia en las fibras del cuerpo esto se llama fuerza interna. La fuerza interna es la resistencia interna de un objeto a una fuerza externa. Por lo tanto, cuando se utiliza el término tensión, se refiere a la cantidad de fuerza por unidad de área de tal forma, que la resistencia de los adobe tiene para resistir la acción de las fuerzas (6).</p>	<p>Se eligen aleatoriamente las unidades de adobe que se utilizaran se corta la arista menor de 8.25*8.25*8.25cm, después medir el área de contacto con la máquina de resistencia a la compresión, esta fuerza axial es perpendicular hacia el adobe. Se colocan láminas de neopreno a la máquina de resistencia a la compresión para colocar las unidades de adobe. Por último, se ponen las unidades adobe en la máquina y se poner a compresión hasta que se observe fallo.</p>	<p>Resistencia a la compresión de la unidad de adobe</p> <p>➤ Fuerza de compresión (kg/cm²)</p> <p>➤ Área de contacto (cm²)</p>
	<p>Resistencia a la flexión de la unidad de adobe. En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal (7)</p>	<p>Se eligen aleatoriamente las unidades de adobe que se utilizaran, después medir ancho, altura, largo y la carga, debajo de dicho adobe irán cuñas metálicas y procedemos hallar el esfuerzo resistencia flexión en la máquina de resistencia a la Flexión hasta que falle la unidad de adobe.</p>	<p>Resistencia a la flexión de la unidad de adobe</p> <p>➤ Fuerza de flexión (kg/cm²)</p> <p>➤ Probeta de ensayo</p>

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

El trabajo de investigación realizado para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Técnica de Ambato en Ecuador lleva por título “Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala”, que tiene como propósito investigar la resistencia a la compresión del adobe convencional elaborado de paja, estiércol, savia de tuna y sangre de toro, y el comportamiento sísmico en modelos a escala, transcurrido los 30 días de secado en el ambiente, la metodología en este estudio fue experimental, para la población se realizaron un total de 60 adobes, de ellos se consideraron 6 especímenes, y se tomaron 4 de los mejores resultados en la compresión, los resultados en el adobe tradicional elaborado con barro y agua, estos consiguieron una resistencia a la compresión de 9,84 kg/cm², y los adobes tradicionales con paja alcanzaron una resistencia a la compresión de 10,08 kg/cm², lo que representa un incremento del 2,44 % en comparación con los adobes convencionales. Por otro lado, los adobes elaborados con estiércol de vaca lograron una resistencia a la compresión de 10,21 kg/cm², mostrando un incremento del 3,76 % respecto a los adobes tradicionales. Asimismo, los adobes mezclados con sangre de vaca alcanzaron una resistencia a la compresión de 10,36 kg/cm², evidenciando un incremento del 5,28 % en comparación con los adobes convencionales, los adobes convencionales con sangre de toro y paja alcanzaron una resistencia a la compresión de 9,90 kg/cm². En comparación, se encontró que los adobes tradicionales con sangre de toro y estiércol de vaca lograron una resistencia a la compresión de 11,29 kg/cm², lo que representa un aumento del 14,74 % en comparación con los adobes convencionales. Por otro lado, los adobes tradicionales con savia de atún obtuvieron una resistencia a la compresión de 10,26 kg/cm² en relación con los adobes convencionales, con la savia de tuna, se observará un aumento del 4,27 % en la resistencia a la compresión en comparación con los adobes tradicionales. Después de incorporar savia de tuna y paja, la resistencia a la compresión alcanzó los 9,98 kg/cm², lo que representa un aumento del 1,42 % en relación con los adobes tradicionales. Por otro lado, los adobes tradicionales elaborados con savia de tuna y estiércol de vaca lograron una resistencia a la compresión de 10,66 kg/cm², lo que supone un incremento del 8,33 % en comparación con el adobe tradicional, los adobes tradicionales, cuando se incorporan savia de tuna, paja y estiércol de vaca, logran una resistencia a la compresión de 10,48 kg/cm². Esto representa un aumento del 6.50 % en comparación con los adobes tradicionales. Se concluye que las combinaciones más óptimas son

aquellas que incluyen barro mezclado con sangre de toro y estiércol de vaca, ya que los especímenes de adobe obtenidos muestran una resistencia a la compresión más alta, alcanzando un valor de 11.29 kg/cm² en comparación con el adobe tradicional. (8).

El proyecto de investigación realizado en la Universidad Politécnica Mixteca de México, como parte del requisito para obtener el título de ingeniero en Diseño, se titula “Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales”, el propósito fue examinar los materiales naturales adicionales con el suelo con el fin de mejorar las características de permeabilidad y mecánicas del adobe, asimismo la metodología es experimental y la población incluye 11 pruebas y 3 especímenes, en los ensayos realizados en adobes, se controla que la impermeabilidad del adobe fabricado con tierra, estiércol de burro y un quince por ciento de resina de pino incremento en un 18.95 % en términos de absorción de agua. Además, su resistencia a la compresión alcanzó los 5.88 MPa, mientras que su resistencia a la flexión se mantuvo prácticamente igual a la obtenida en los adobes sin resina, registrando valores de 0.838 MPa y 0.840 MPa respectivamente, en el ensayo de permeabilidad en adobes, al agregar un quince por ciento de resina de pino a la mezcla de tierra y excremento, se observa una reducción en la permeabilidad del adobe. Esto se evidencia en una disminución del 21.04 por ciento en el porcentaje de absorción de agua, conforme a lo establecido en la norma del adobe N-CMT-2-01-001. Además, es importante destacar que la resistencia a la compresión obtenida en el laboratorio sugiere una relación inversa entre la resistencia y la permeabilidad del adobe, es decir, a mayor resistencia, menor permeabilidad, los adobes elaborados con la mezcla propuesta experimentaron un incremento significativo en su resistencia a la compresión, alcanzando un aumento del ciento noventa y cuatro por ciento, es decir, 3.88 MPa más que el valor requerido por la norma N-CMT-2-01- 001. La adición de resina de pino al quince por ciento, también condujo a un aumento en la resistencia a la compresión en 4.82 Mpa, al tiempo que mejoró la impermeabilidad del adobe. Sin embargo, en los resultados del ensayo de flexión, no se observará un aumento sustancial en la resistencia, a diferencia de los adobes sin resina. Aunque en su mayoría los resultados obtenidos al agregar resina fueron más altos, el análisis de la varianza reveló que el ajuste de los resultados no era óptimo, tanto para la prueba de flexión como de compresión, En conclusión, el aditivo más efectivo para mejorar la impermeabilidad de la unidad de adobe es la resina de pino al quince por ciento, el cual incrementa la resistencia a la compresión en 4.82 Mpa en relación a los adobes clásico (9).

En la investigación realizada en la Universidad de Cuenca en Ecuador, como parte del proceso para obtener el título de Arquitecto, se titula “Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional con adobe reforzado con fibra de vidrio”, El objetivo de este estudio es analizar y contrastar las propiedades mecánicas de los adobes que incluyen fibra de vidrio en comparación con los adobes tradicionales de San José de Balza. Además, la

metodología aplicada fue experimental, este trabajo de investigación incluye la implementación de cinco tipos de adobe reforzados con fibras de vidrio y ocho pruebas de laboratorio y consta de preparación de muestras, la investigación se enfoca en fortalecer los adobes tradicionales con fibra de vidrio (GFRP), así como en la selección del suelo y en comprender el comportamiento mecánico de los adobes que contienen esta fibra, los adobes se evaluaron antes de los estudios y los resultados fueron buenos en los diversos estudios, por tanto, la fibra de vidrio es bueno para el refuerzo del adobe, Se llevaron a cabo pruebas de compresión en los especímenes, revelando un aumento del 25 % en comparación con el adobe tradicional, siendo el caso cinco el que mostró mayor resistencia con tan solo un 0,60 % de fibra de vidrio. En cuanto a las pruebas de flexión, se observó un aumento de 5,14 veces en el valor de las muestras, lo que representa un incremento del 514 % en relación con el adobe tradicional. En particular, el caso uno demostró el mejor desempeño en la prueba de flexión cuando la fibra de vidrio representaba el 3.40 por ciento del volumen total del muro de adobe en el caso cinco., los valores de los especímenes aumentaron hasta 1,30 veces y en un 30 % respecto a los muros de presión de adobe tradicionales, para el muro de compresión diagonal que muestra los mejores resultados, los valores de las muestras probadas aumentaron hasta 1,68 veces, un aumento del 68% en comparación con el adobe tradicional, el caso uno obtuvo los mejores resultados en la prueba, sin embargo, hay que considerarlo, se puede observar que la falla de los muros ensayados se debe a esfuerzos por deslizamiento por juntas y falla por esfuerzos diagonales, en conclusión, los resultados de los adobes reforzados con fibra de vidrio muestran un incremento en las propiedades mecánicas en comparación con los adobes tradicionales. En términos de compresión, el valor del espécimen analizada incremento en un 25 %, es decir, 1,25 veces, mientras que, en la flexión, el valor de la muestra se incrementó hasta 5,14 veces, representando un aumento del 514 % en comparación con el adobe tradicional. (10).

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

En el estudio realizado en la Universidad Andina del Cusco, como parte del requisito para obtener el título de ingeniero civil, titulado “Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de adobe con tiras de caucho respecto a una unidad de adobe tradicional, Cusco 2019”, con el objetivo de comparar y evaluar las propiedades físicas y las propiedades mecánicas, del adobe reforzado con tiras de caucho en relación con un adobe tradicional, se empleó una metodología de investigación cuantitativa de nivel descriptivo, utilizando el método hipotético-deductivo, se tiene varias hipótesis, con los cuales se prueban con las bases de procesos deductivos, los resultados de alabeo en el adobe convencional dan un promedio es 2.93 mm, el adobe categoría I (con 3 tiras de caucho) exhibe un promedio de alabeo de 3.00 mm, mientras que el adobe categoría II (con 6 tiras de caucho), da un alabeo promedio de 3.16 mm, en el ensayo de absorción, no tuvimos ningún resultado

tanto adobe convencional, adobe categoría I y adobe categoría II, ya que se destrozaron antes de una hora cuando fueron sumergido en el agua completamente, en el ensayo de succión el adobe convencional promedio de 8.52 gr./min./200cm², y los adobes mejorados con tiras de caucho, tanto el adobe categoría I como el adobe categoría II, muestran valores promedio de 10.34 gr./min./200cm² y 11.81 gr./min./200cm² respectivamente durante el ensayo de erosión acelerada. En este mismo ensayo, el adobe convencional tiene un promedio de 22.63 mm de erosión, mientras que el adobe categoría I y adobe categoría II, registran promedios de 21.13 mm y 21.75 mm respectivamente. Según los criterios de aceptación o rechazo, algunas unidades exhiben una resistencia nula o baja durante el ensayo de erosión acelerada Swinburne, los adobes convencionales muestran un valor promedio de resistencia a la compresión de 14.07 kg/cm², mientras que el adobe categoría I tiene un valor promedio de 14.27 kg/cm² y el adobe categoría II alcanza un valor promedio de 15.79 kg/cm² en resistencia a la compresión. En cuanto a la resistencia a la flexión, el adobe convencional registra un valor promedio de 3.52 kg/cm², el adobe categoría I muestra un valor promedio de 4.84 kg/cm², y el adobe categoría II exhibe un valor promedio de 6.95 kg/cm², En conclusión, se observa una mejora en la resistencia a la compresión del adobe de categoría II, en comparación con el adobe convencional, con una diferencia de 1.72 kg/cm². Además, la propiedad mecánica que muestra un resultado óptimo en los adobes de categoría II en la flexión, con una mejora de 3.43 kg/cm² en comparación con el adobe convencional. También se nota que el aumento de tiras de caucho en el adobe categoría II, ha reducido su oquedad en 0.88 mm en comparación con el adobe convencional (6).

Además, en el estudio de investigación realizado en la Universidad Andina del Cusco, como requisito para obtener el título de ingeniero civil, titulado “Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla Cusco”, el objetivo de la investigación es utilizar fibras de polipropileno 95 %, 100 % y 105 %, de Sikacem, con la finalidad de alcanzar un producto más estable, la metodología de la investigación se basa en un enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo hipotético-deductivo y un diseño cuasiexperimental. El método de muestreo utilizado es de conveniencia, en el cual la población y la muestra contienen la misma cantidad de datos, con un total de 96 unidades de adobe. De estas, 72 son adobes mejorados con fibras de polipropileno Sikacem y 24 son adobes tradicionales. El estudio se centra en mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los adobes en la zona de Saylla mediante la aplicación de, NTP E-080, NTP E-070, NTP 399.613, NTP 339.604 y NTP 339.078. Y los resultados muestran que el alabeo promedio en el adobe tradicional es de 10.06 mm, mientras que en el adobe con 95 % de polipropileno es de 0.89 mm, con 100 % de polipropileno es de 0.96 mm y con 105 % de polipropileno es de 1.13 mm.

En el ensayo de absorción de agua, el adobe tradicional tiene un 7.65 %, el adobe con 95 % de polipropileno tiene un 7.75 %, el adobe con 100 % de polipropileno tiene un 8.38 % y el adobe con 105 % de polipropileno tiene un 8.66 %. En el ensayo de erosión acelerada, el adobe tradicional presenta una oquedad de 13.60 mm, mientras que el adobe con 95 % de polipropileno tiene 9.70 mm, el adobe con 100 % de polipropileno tiene 9.60 mm y el adobe con 105 % de polipropileno tiene 8.20 mm de oquedad, en cuanto a la resistencia a la flexión, el adobe tradicional registra 7.28 kg/cm², el adobe con 95 % de polipropileno 7.12 kg/cm², el adobe con 100 % de polipropileno 7.91 kg/cm² y el adobe con 105 % de polipropileno 8.05 kg/cm². En la resistencia a la compresión, el adobe tradicional tiene 9.06 kg/cm², el adobe con 95 % de polipropileno 8.63 kg/cm², el adobe con 100 % de polipropileno 10.52 kg/cm² y el adobe con 105 % de polipropileno 11.78 kg/cm². En conclusión, la sustitución de paja por fibras de polipropileno en el adobe resultó ser la mejor opción. En el ensayo de erosión acelerada, el adobe con 105 % de polipropileno presentó una oquedad de 8.20 mm. En el ensayo de resistencia a la flexión, el adobe con 105 % de polipropileno alcanzó 8.05 kg/cm², y en el ensayo de resistencia a la compresión, el mismo tipo de adobe logró 11.78 kg/cm². (11).

Por otro lado, en la tesis de investigación de la Universidad Andina del Cusco, presentada para obtener el título de ingeniero civil y titulada “Estudio comparativo de la conductividad térmica y propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe estabilizadas con fibra de poliéster frente al adobe tradicional, de las adoberas ubicadas en el distrito de San Sebastián Cusco”, el objetivo de la investigación es comparar la conductividad térmica y las propiedades físicas y mecánicas del adobe adicionado con fibras de poliéster frente al adobe tradicional. La fibra de poliéster, un material cien por ciento reciclado de botellas de plástico, la metodología sigue un enfoque cuantitativo con un nivel descriptivo e hipotético-deductivo y un diseño cuasi-experimental. Se fabricaron 52 adobes tradicionales, 52 adobes con un 0,25 % de fibras de poliéster, 52 adobes con un 0,50 % y otros 52 adobes con un 0,75 %., para después realizar las comparaciones entre ellos para buscar cual es mejor, según la NTP. E.070, E.080 y Norma Española UNE 41410, se evaluaron aspectos como el alabeo, la variación dimensional, la succión de agua, la absorción de agua, la erosión acelerada, el desgaste por goteo, la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la conductividad térmica, los resultados del alabeo son los siguientes: en el adobe tradicional es 2.57 mm, el adobe estabilizado al 0.25 % tienen 2.54 mm, el adobe estabilizado al 0.50 % tienen 2.33 mm, el adobe estabilizado al 0.75 % tienen 2.28 mm, en la succión: el adobe tradicional es 20.30 %, en el adobe estabilizado al 0.25 % es 15.05 %, en el adobe estabilizado al 0.50 % es 14.47 %, en el adobe estabilizado al 0.75 % es 12.76 %, en la absorción: el adobe tradicional tiene el 100 % de absorción, el adobe estabilizado al 0.25 % tiene absorción de 21.12 %, el adobe estabilizado al 0.50 % tiene absorción de 20.86 % y el adobe estabilizado al 0.75 % tiene absorción de 13.11 %, en la erosión acelerada: el adobe tradicional tiene 26.7 mm, el adobe estabilizado al 0.25 % da una oquedad

16.30 mm, el adobe estabilizado al 0.50 % da un oquedad 10.80 mm y el adobe estabilizado al 0.75 % da un oquedad 13.20 mm, en la resistencia a la compresión, el adobe tradicional tiene un valor de 10.29 kg/cm². Al añadir un 0.25 % de estabilizante, la resistencia aumenta a 15.2 kg/cm², con un 0.50 % llega a 19.14 kg/cm², y con un 0.75 % alcanza 20.37 kg/cm². En cuanto a la resistencia a la flexión, el adobe tradicional tiene un valor de 7.42 kg/cm². Con un 0.25 % de estabilizante, la resistencia incrementa a 9.38 kg/cm², con un 0.50 % sube a 9.79 kg/cm², y con un 0.75 % alcanza 11.06 kg/cm², en conclusión, los adobes mejorados con fibra de poliéster muestran mejores resultados en comparación con el adobe tradicional. En cuanto a la succión, el adobe con 0.75 % de poliéster tiene un valor de 12.76 %. Respecto a la absorción, el adobe con 0.75 % de poliéster alcanza un 13.11 %. En el ensayo de erosión acelerada, el adobe con 0.75 % de poliéster presenta una oquedad de 13.20 mm. La resistencia a la compresión del adobe con 0.75 % de poliéster es de 20.37 kg/cm², y la resistencia a la flexión alcanza 11.06 kg/cm² (12).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1 Tiras de PET

Se refieren a polímeros no renovables que provienen del petróleo o gas natural y se procesan con antimonio para producir PET (tereftalato de polietileno), cuya fórmula corresponde a un poliéster aromático. En cada kilogramo de PET, aproximadamente el sesenta y cuatro por ciento es petróleo, el veintitrés por ciento son derivados de gas natural y el trece por ciento es aire. El poliéster es una fibra respetuosa con el medio ambiente; si no se mezcla, se puede derretir y reciclar. El PET está compuesto por grupos etileno y tereftalato (C₁₀H₈O₄)_n (12).

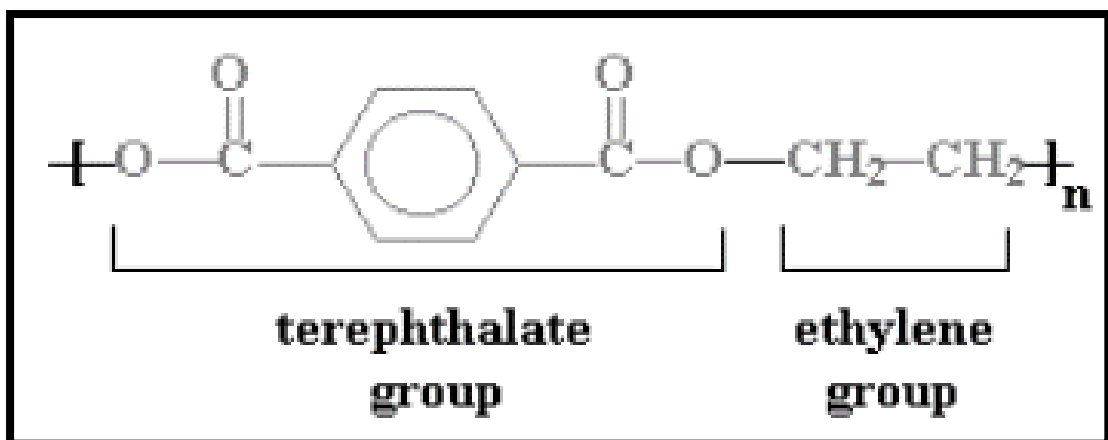


Figura 12. Fórmula del Tereftalato Polietileno (PET)

Tomado de Alagón y Neira (12).

2.2.1.1. Propiedades de las tiras del PET

Tabla 2. *Propiedades del PET*

Datos técnicos del PET (polietileno-terefalato)	
Propiedades mecánicas	
• Peso específico	134 g/cm ³
• Resistencia a la tracción	825 kg/cm ²
• Resistencia a la flexión	1450 kg/cm ²
• Alargamiento a la rotura	15 %
• Módulo de elasticidad (tracción)	28550 kg/cm ²
• Resistencia al desgaste por roce	excelente
• Absorción de humedad	0.25 %
Propiedades físicas	
• Absorción de agua	<0,7 %
• Densidad	1.3-1.4 g/cm ³
• Inflamable	Auto extinguiible
• Resistencia ultravioleta	buena
Propiedades químicas	
• Resistencia a álcalis débiles a temperatura ambiente	buena
• Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad
• Propagación de llama	Mantiene llama
• Comportamiento al quemado	Gotea
Propiedades Térmicas	
• Temperatura de fusión	255 C
• Conductividad térmica	baja
• Temperatura deformabilidad por calor	170 C
• Temperatura de ablandamiento de Vicat	175 C
• Coeficiente de dilatación lineal de 23 a 100 C	0.00008 mm/C

Nota. Tomado de Castro y Avendaño (13).

2.2.1.2. Clasificación de los plásticos según su plasticidad

Se clasifican en dos categorías que son los siguientes:

- Termoplásticos
- Termoestables

2.2.1.2.1. Termoplásticos

Estos plásticos al calentarse fluyen como líquido y al enfriarse se solidifican, este proceso de calentarse y enfriarse se puede realizar cuantas veces sin perder sus propiedades. De este tipo de plásticos constituyen aproximadamente el 81 % de los plásticos y son reciclables y estos son los siguientes: polietileno (envases botellas plástico, tuberías), polipropileno (materiales construcción, ropa), poliestireno (platos, vasos de tecnopor.) etc. (14).

2.2.1.2.1. Termoestables

Solamente pueden fundirse y moldearse una vez (en el momento de la fabricación), una vez enfriados son rígidos y se quiebran, por consiguiente, estos no pueden ser calentados y remodelados sin embargo, pueden reprocesarse por fusión, por lo general, estos polímeros son más resistente, pero más frágiles que los termoplásticos, tenemos los siguientes: resina de poliéster, melanina formaldehído, etc. (14).

Reciclaje

El proceso del reciclaje del PET consiste en reutilizar el plástico utilizado como las botellas descartables de gaseosas. Para de esta manera evitar la contaminación del ambiente, puesto que la botella de PET se degrada en 100 a 1000 años, aunque el promedio es de 500 años. Asimismo, se estima que se puede reutilizar hasta 10 veces el plástico sin llegar a perder sus propiedades (1).

2.2.2. Adobe

El adobe, una mezcla de tierra tradicional, está compuesto por ingredientes como arcilla, limo, arena, agua y paja. Tras darle forma en moldes rectangulares o cuadrados y dejarlo secar al sol en adoberas, este material sigue siendo utilizado en la actualidad debido a su disponibilidad y proceso de fabricación sencillo.

2.2.2.1. Adobe mejorado

Se combina con elementos como asfalto, cemento y cal para aumentar su resistencia a la compresión y su capacidad para resistir la humedad. Se caracteriza como un bloque compacto de tierra sin cocer que contiene paja y otros aditivos para reforzar su durabilidad frente a influencias externas (15).

2.2.2.2. Características del adobe

La cualidad más destacada del adobe en Huaccoto es su sencillez de fabricación. Además, es reutilizable, su material es ecológico y no daña al ambiente y no necesita cocción en horno es secado en el sol naturalmente.

No obstante, no es recomendable construir en zonas con lluvias intensas, ladera de los cerros, zonas de movimientos sísmicos y humedad alta, su construcción solo es recomendable para dos pisos.

2.2.2.3. Dimensiones del adobe

Adobe puede ser cuadrado o rectangular. Sin embargo, estas dimensiones deben respetar las proporciones especificadas en la norma. Para un adobe rectangular, se recomienda que la relación de longitud a anchura sea de 2 a 1 y la relación de longitud a altura sea de 4 a 1. Además, la altura de la unidad de adobe tradicional debe ser incrementada en 8 cm (15).

2.2.2.4. Requisitos generales del adobe

La gradación del suelo debe ser cercana al 10 al 20 % de arcilla, 15 al 21 % de limo, 55 al 70 % de arena y no se deben utilizar suelos orgánicos, puede variar la elaboración de adobes mejorados. Asimismo, El adobe debe mantener su estabilidad y presentar huecos exclusivamente verticales en la región de los asientos, que es la superficie más grande, y no deben superar el 3 % del área total de esta zona. Los adobes deben estar libres de cuerpos extraños, grietas, grietas y otros agentes que dañan su resistencia y durabilidad (15).

2.2.2.5. Componentes del adobe

Los elementos fundamentales son la arcilla y la arena; en caso de que no se disponga de la cantidad adecuada de arcilla, se pueden emplear otros ingredientes como la tierra y el agua para completar la mezcla, no tendrá la fuerza suficiente y no podrá alcanzar la consistencia requerida. Por el contrario, si no hay suficiente arena, los adobes se agrietarán debido a la contracción durante el secado (6).

Arena

Se trata de la acumulación de granos compuestos por partículas, tales como piedras o minerales de diámetros menores, cuyas medidas van desde 0.063 hasta 2 mm, originadas a partir de la molienda de piedras. (16).

Limo

Son desplazados por diversos agentes como el viento, arroyos y ríos, y se ubican principalmente en áreas inundadas o donde el agua fluye libremente. Su diámetro medio oscila entre 0.0039 y 0.0625 mm.(16).

Arcilla

Son fragmentos de roca descompuesta compuestos principalmente por silicatos, con partículas que contienen feldespatos. Estas partículas pueden provenir del granito. Para clasificar como arcilla, estas partículas deben tener un tamaño inferior a 0.002 mm (16).

Paja

La paja es más conocida como ichu que crece en la zona alta andina del Cusco a 3350 metros sobre el nivel del mar (zona quechua). Además, es alimento para los camélidos de esta zona alto andina se extiende por Apurímac, Cerro de Pasco y entre otros. Para la realización del adobe es cortado en promedio una longitud de 10 cm y un diámetro de 0.5 a 1 mm.

La fibra vegetal se utiliza como parte de la composición en la construcción de estructuras de barro. Su inclusión mejora la calidad de la mezcla al modificar la textura de los materiales, volviéndolos más rugosos (lo que aumenta la adherencia entre ellos) y aporta ligereza al conjunto (17).

Agua

El agua, un líquido transparente, insípido y sin olor, es esencial en la construcción de viviendas de adobe. Para ser adecuada, debe estar libre de impurezas como cloruros o sulfatos y mantenerse limpia, sin partículas en suspensión. La calidad y cantidad de agua son cruciales, ya que funciona como lubricante para las partículas en la mezcla de barro. Su exceso o escasez pueden afectar el resultado final, siendo una mezcla muy húmeda o seca reflejada en el producto. Además, una mezcla demasiado plástica puede complicar la realización de pruebas de compresión y afectar la resistencia y durabilidad del material. Según los autores, la cantidad de agua generalmente oscila entre el 8 % y el 16 % de la mezcla. (17).

2.2.3. Selección del suelo

Estos permiten comprobar si el terreno es apto para la fabricación del adobe.

2.2.3.1. Pruebas de selección

Analizando nos darán a ver las características si son apropiadas para la realización de los adobes, a continuación, describimos las pruebas.

2.2.3.1.1. Olor de la tierra

El objetivo de este ensayo es coger una porción de material *in situ* y olerlo para ver si tiene material orgánico en descomposición (olor desagradable) si este es verídico se busca otro lugar.

Pasos a seguir:

- Se saca tres muestras de suelo en cantera.
- Se procede a olerlo.
- Si tiene olor rancio o nauseabundo corresponde a material orgánico en descomposición se procede a buscar otra cantera.

2.2.3.1.2. Color de tierra

La prueba de color de tierra se desarrolla con tierra seca *in situ*, si fuese tierra mojada daría lugar a equivocación.

Pasos a seguir:

- Se saca tres muestras de suelo *in situ*.
- Si son colores negros, marrones y verdes.
- Si es gris, el suelo contiene componentes fangosos y carbonato de calcio, y tiene pocas propiedades aglutinantes.

2.2.3.1.3. Textura de la tierra (tacto)

En esta prueba palpamos la textura en una pequeña muestra utilizando la mano, palpamos y sentimos el tamaño de partículas mayores y menores.

Pasos a seguir:

- i. Se saca tres muestras de suelo *in situ*.
- ii. Palpamos su textura del suelo.

2.2.3.1.4. Prueba de la botella (granulometría)

Su objetivo es ver las cantidades de arena, limos y arcillas.

Pasos:

- i. Llenar con tierra la botella de 2.25 litro hasta su mitad de la altura.
- ii. Llène el resto con agua y agitar la botella descartable vigorosamente hasta que logre mezclarse todo el contenido con el agua.
- iii. Luego espere hasta que todos los contenidos de arena se depositen en el fondo.
- iv. Al final, al medir las cantidades de arcilla, arena y limo, se sugiere ajustar la proporción de estos materiales a una relación de 2 a 1 (18).

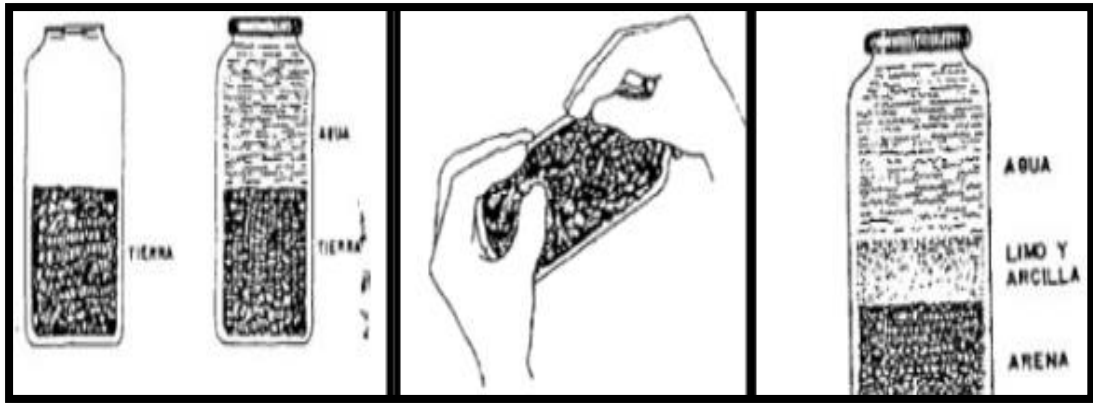


Figura 13. Prueba de la botella (granulometría).

Tomado de Romero y Callasi (18).

2.2.3.1.5. Cinta de barro

Para evaluar primero la presencia de arcilla en el suelo, se realiza una “prueba de cinta de barro o lodo”, en la que se toma con una mano una muestra de arcilla con un contenido de agua que permite la formación de un cilindro de 12 mm de diámetro. Aplánelo gradualmente entre el pulgar y el índice para crear una tira de 4 mm de grosor y déjelo colgar tanto como sea posible. Si la longitud de la cinta es superior a 15 cm, el suelo es arcilloso, si el corte es inferior a 5 cm, el contenido de arcilla del suelo es bajo, y de 5 a 15 cm, el contenido de arcilla es bueno. (19).

2.2.3.1.6. Bola de barro

En este ensayo se hacen cuatro bolitas en cantera donde se realizarán los adobes, lo realizamos con la tierras y agua con la mano.

- La cantidad de barro para la prueba debe ser suficiente para formar cuatro bolas con un diámetro de 2 cm.
- Amasar la masa de barro a mano para hacer bolas de masa.
- Las bolas se deben dejar secar en un lugar adecuado durante 48 horas.
- Una vez finalizado el tiempo de secado, presionar firmemente cada bolita con los dedos.
- Posteriormente de las pruebas, ninguna de las cuatro bolas se rompió o agrietó, lo que hace que este material sea ideal en la fabricación de los adobes (19).

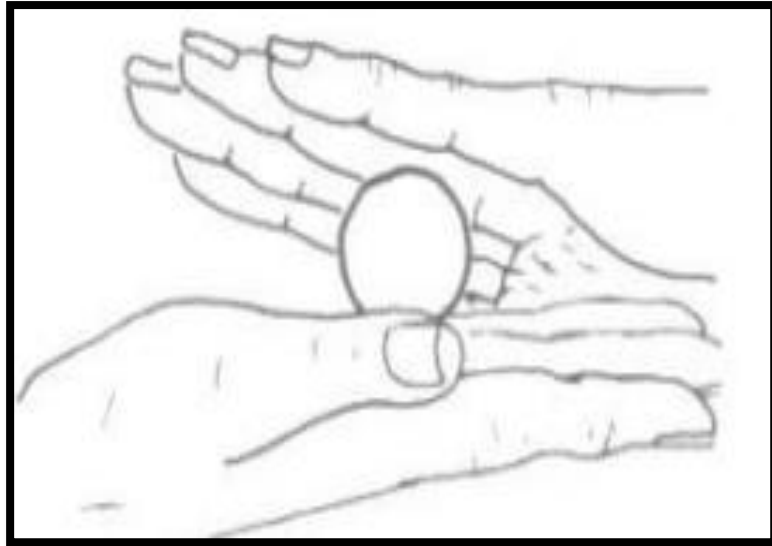


Figura 14. Ensayo de la bola de barro.

Tomado de NTP E.080 (19).

2.2.3.1.7. Límite Atterberg (líquido)

Es la cantidad de agua en la que el suelo tiene un comportamiento de material plástico; con ese contenido de agua, los suelos comienzan a mostrar un comportamiento de flujo viscoso. En otras palabras, el límite líquido define la transición entre el estado semilíquido y el estado plástico.

La prueba consistió en llenar la copa de Casa Grande con el material, después dividirlo en 2 partes para formar una ranura tradicional, dejarla caer desde una altura de 1 cm, dejarla descender veinticinco veces hasta que la ranura se cierre a una dimensión de doce milímetros, determinando así el límite líquido como la cantidad de líquido, que permite el cierre de la ranura en veinticinco golpes (6).

Equipos

- La espátula consta de una cuchilla de setenta y cinco milímetros mm de longitud y veinte milímetros de mm de anchura.
- El equipo utilizado para determinar el límite líquido consiste en una copa de Casa Grande colocada sobre soportes que están unidos a una base sólida.
- El acanalador. Combinación del acanalador y el calibre.
- Horno y el tamiz número cuarenta.
- Balanza. Con 0.01 (gramos) de precisión.

Procedimiento

- Se muele el suelo necesario y se seca al ambiente para tener la muestra aproximadamente 250 gramos que pasa tamiz número 40.
- Coloque una muestra representativa en un envase, agregue agua y mezcle suavemente la tierra hasta lograr un color parejo.
- lograda una mezcla pareja y se logra la consistencia, se realiza una prueba usando no más de 40 golpes hasta que logre cerrar aproximadamente 12 mm de la muestra. Si pasa los 40 golpes se agrega más material, si logra cerrarse antes que llegue a los 38 golpes, se aumenta más agua.
- Las pruebas se realizan en los rangos de impacto máximo 40 y mínimo 10. Recomendamos comenzar con 40 golpes hasta llegar a 10 golpes añadiendo agua a la mezcla. Se coge una cuchara y utiliza una espátula para esparcir los ingredientes hasta lograr la torta suave de un centímetro de grosor a máxima profundidad. Es importante considerar que las raíces sean horizontales.
- Desde el centro del mango a lo largo del diámetro se divide con fuertes golpes de una cuchilla ranuradora, formando una ranura clara y bien definida.
- Realice golpes a una frecuencia de 2 por segundo hasta que la ranura se cierre a una longitud de doce milímetros, las ranuras si no se cierran después de 35 a 40 pasadas, añada agua y mezcle nuevamente, o bien, seque la muestra hasta alcanzar una consistencia dentro de este rango.
- Saqué los materiales de la copa de Casa Grande y muévalos a recipientes con un peso previamente establecido.
- Retirar cualquier resto de muestra de la cuchara y regresarla al recipiente en el que se preparó. Después limpie la taza.
- Agregar agua al envase de la mezcla de tierra y mezclar aproximadamente de 30 a 45 golpes hasta obtener un color y consistencia uniforme.
- Realice esta secuencia tres veces más, con el primer conjunto de golpes oscilando entre veinticuatro y veintiséis, buscando idealmente los veinticinco golpes. En el segundo conjunto, realice entre quince y veinte golpes, y en el tercero, entre diez y quince golpes. Repita este proceso cinco veces el ensayo.
- Una hoja de papel semilogarítmico, dibujar la curva del contenido de humedad versus el número de pasadas obtenida como resultado de la prueba (6).

2.2.3.1.8. Límite Atterberg (plástico)

Se refiere a la cantidad de agua por debajo del suelo deja de comportarse como un material plástico. En síntesis, este valor marca el umbral entre la plasticidad y la semisolidéz del suelo. Esto procede sobre una muestra obtenida de una prueba de límite líquido con 25 golpes. El proceso consiste en hacer pequeñas bolitas, de 2 a 3 centímetros de diámetro, y enrollarlas formando cilindros pequeños hasta lograr una masa que no se pegue en la palma de la mano, no colapsa ni rompe (6).

Equipo

- Espátula: Con una dimensión 75 mm de longitud y aproximadamente 20 mm de anchura.
- Vasijas, hornos y pipetas de bronce.
- Balanza: precisión de 0.01 (g)

Procedimiento

- Dividir la muestra de suelo separada en cuatro partes pequeñas y mezcle con suficiente agua para formar una esfera de 3 centímetros de diámetro. Enrollar cada bola hasta formar un rollo con las palmas de las manos encima de una superficie de papel usado de periódico. En el proceso, la manipulación evapora el agua y endurece el cilindro, el rollo debe tener un espesor de 3 mm de grosor.
- Si se rompe en varios pedazos al enrollarlo, alcanza su límite de plasticidad. También suele haber pequeñas grietas.
- Luego se retira y pesa la muestra, como parte de la tara, se coloca en un horno durante 24 horas y finalmente se pesa para obtener la cantidad de humedad (6).

2.2.3.1.9. Índice de plasticidad

Esta es la cualidad del material para resistir deformaciones rápidas sin generar retroceso elástico ni cambios de volumen. Asimismo, describe el comportamiento del suelo con líquido y se calcula como la diferencia en el contenido de agua necesario para que el suelo adquiriera una consistencia fluida, como es la diferencia entre el límite de la fluidez y el límite de la plasticidad (6).

$$I.P = L.L - L. P$$

Donde:

IP = Índice de la plasticidad.

LL = límite líquido.

LP = límite plástico.

A medida que aumenta el IP del suelo, también aumenta su capacidad para experimentar cambios de volumen cuando está expuesto al agua (expansión debido a la humedad).

Después de establecer los valores del índice de plasticidad, el límite líquido y el límite plástico, es posible clasificar con claridad los tipos de suelo utilizando el sistema de clasificación de suelos unificado desarrollado por Atterberg (6).

2.2.3.1.10. Granulometría

El análisis del tamaño de grano este análisis simplemente agrupa la muestra por el tamaño. En la identificación de materiales en suelos de grano grueso, se aplica un método de tamizado para determinar los tamaños máximos y mínimos de las partículas. Para los suelos de grano fino, se realiza un análisis granulométrico de partículas húmedas mediante un proceso de sedimentación sumergida. (18)

Equipo

- Bascula digital.
- Conjunto de tamiz
- Cubierta del tamiz
- Base del tamiz
- Envase
- Cepillo de plástico y cepillo de acero

2.2.4. Clasificación de los suelos

Los principales sistemas de clasificación de los suelos incluyen el Sistema Uniforme de Clasificación de Suelos (SUCS), Asociación Estadounidense de Funcionarios de Carreteras Estatales (AASHTO).

2.2.4.1. Sistema de suelos SUCS

Este sistema clasifica suelos gruesos y finos, diferenciándolos a través del tamizado con una malla número doscientos. Las partículas gruesas son más grandes que el tamaño de la malla y las partículas finas son más pequeñas que el calibre de malla. El suelo se considera "grueso" cuando más del cincuenta por ciento, de sus partículas tienen un tamaño grande,

mientras que se considera "fino" si más del cincuenta por ciento, del peso de las partículas son pequeñas (12).

En donde:

W: Suelo bien graduado

P: Suelo mal graduado

L: Suelo con plasticidad baja (límite líquido menor que 50 %).

H: Suelo con plasticidad alta (límite líquido mayor que 50 %).

Tabla 3. *Sistema SUCS*

El material se considera grueso si se retiene más del 50 %		N 200	El material se considera fino si pasa más del 50 %
Es retenido		0.075 mm	Pasa
Grava	Arena		Limo o Arcilla
Si más del 50 % de las partículas gruesas permanecen en el tamiz de N 4	Si más del 50 % de la fracción gruesa pasa por el tamiz N 4		Suelo fino: Limo (M) Arcilla (C) Orgánico (O)

Nota. Tomado de Clasificación de suelo SUCS (12).

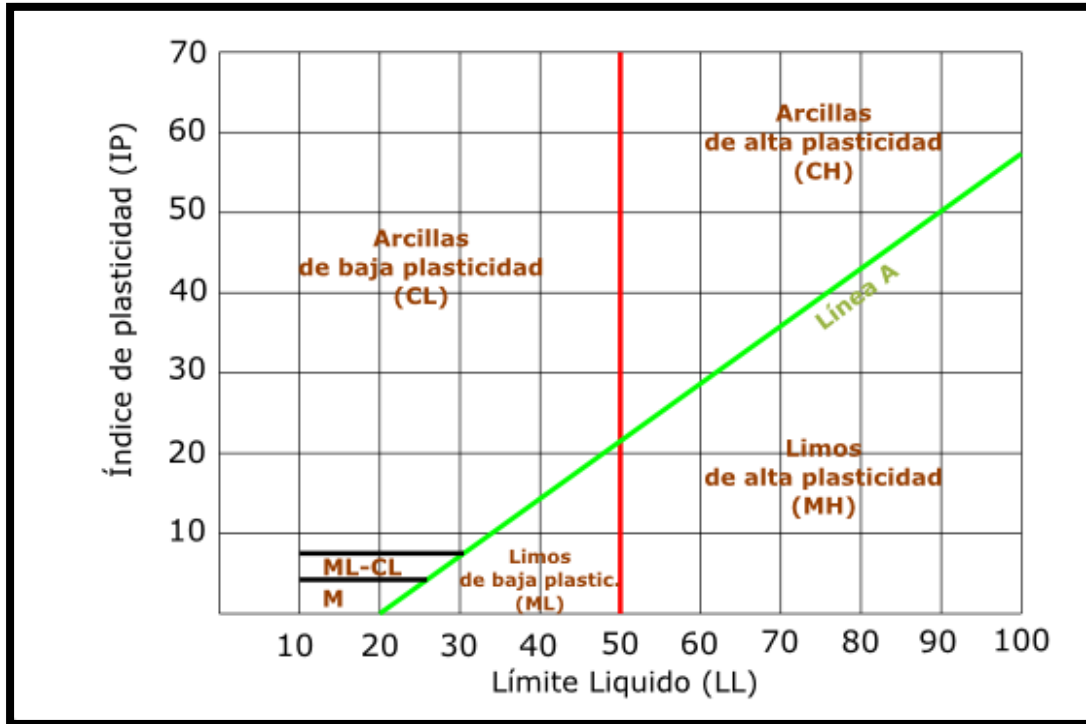
Para clasificar correctamente utilizando este sistema, se debe considerar lo siguiente:

Procedimiento

- i. Tomar en cuenta el porcentaje, es decir, la fracción que atraviesa la malla de 76.2 mm y queda retenida en la malla número cuatro (4,75 mm).
- ii. El porcentaje de arena, que le atraviesa la malla número cuatro (4,75 mm) y es queda retenida en la malla número doscientos (0,075 mm).
- iii. La fracción de limo y arcilla, que representa la proporción de partículas finas que pasan a través de la malla número doscientos (0,075 mm).
- iv. En el límite líquido y en el índice de plasticidad de la porción de tierra que atraviesa la malla número cuarenta. El símbolo logia de grupo para suelos de grava gruesa comprenden GW, GP, GM, GC, GC-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GM y

GP-GC. Del mismo modo, los símbolos de grupo para suelos de grano fino son CL, ML, OL, CH, MH, OH, CL-ML y PT (12).

Tabla 3. Carta de Casagrande (SUSC)



Nota. Tomado del sistema de suelo SUCS (12).

Tabla 4. Terminología suelo de grano grueso

		Divisiones Principales	Símbolos del grupo	Nombres Típicos
Suelos de grano grueso Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200.	Gravas Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
	Arenas Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.

Nota. Tomado de sistema de suelo SUCS (12).

Tabla 5. Terminología de suelos de grano fino

Divisiones Principales		Símbolos del grupo	Nombres Típicos
Suelos de grano fino Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200.	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
Suelos muy orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

Nota. Tomado de sistema de suelo SUCS (12).

2.2.4.2. Sistema de suelos AASHTO

Esto se fundamenta en el tamizado (granulometría), junto con el límite plástico y el límite líquido. No obstante, proporciona una evaluación cuantitativa de la calidad del suelo mediante mediciones numéricas, especificando ocho tipos de suelo del 1 al 8 y utilizando la letra A como prefijo para determinar la clasificación adecuada.

Esto se basa en mediciones del tamaño (granulometría) de partículas de tamiz y límites de plástico y líquido. Sin embargo, representa la calidad del suelo a través de medidas numéricas, y los ocho tipos de suelo considerados están representados por números del 1 al 8, con la letra A como prefijo. Para determinar la clasificación adecuada (12). Por tanto, es necesario considerar:

a) Tamaño

Grava: Es la fracción que atraviesa la malla de setenta y cinco, milímetros y se queda en la malla número diez (2 mm).

Arena: La fracción que atraviesa por el tamiz número diez (2 mm) y se queda en el tamiz número doscientos (0.075 mm).

Limo y arcilla. Esta es la parte que pasa por la malla numero doscientos.

- b) Plasticidad. Si el índice de plasticidad de las partes finas del suelo es menor o igual a 10 se le llama limo. El término arcilloso se utiliza cuando el índice de plasticidad de las partículas es 11 o superior.
- c) En caso de hallar escombros o rocas con dimensiones superiores a setenta y cinco, milímetros, se excluyen de la muestra de suelo para su análisis. Aun así, se registra la cantidad de este material presente (12)

Tabla 6. Sistema AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% ó menos pasa el tamiz N.200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz N. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, porcentaje que pasa											
2.00 mm (N. 10)	50 max.	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
0.425 mm (N. 40)	30 max.	50 max.	51 min.	----	----	----	----	----	----	----	----
0.075 mm (N. 200)	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características fracción que pasa el tamiz N. 40											
Límite Líquido	----	----	----	40 max.	41 max.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Índice de plasticidad	6 max.		N.P.	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Material constituyente más común	Fragmento roca grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas arcillosas y limosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Comportamiento general como subrasante	Excelente a bueno							Regular a malo			

Nota. Tomado de Clasificación de suelo AASHTO (12).

Junto con las categorías y subcategorías de suelos, la evaluación de la idoneidad del suelo como material para la base de carreteras también implica un valor denominado Índice de Grupo (IG). Este valor se indica entre paréntesis después del nombre del grupo o subgrupo (12).

El índice de grupo se define por la fórmula:

$$IG=(F-35) [0.2+0.005(LL-40)]+0.01(F-15) (IP-10)$$

La fórmula para calcular el índice de grupo en suelos de los subgrupos A-2-6 y A-2-7 es la siguiente, donde F representa la fracción que atraviesa el tamiz número doscientos, LL es el límite líquido e IP es el índice de plasticidad.:

$$IG=0.01(F-15) (IP-10)$$

El índice de grupo en los suelos granulares generalmente se encuentra entre cero y cuatro, para suelos limosos entre ocho y doce, y para suelos arcillosos varía entre once y veinte o más.

2.2.5. Elaboración del adobe

2.2.5.1. Longitud del adobe

En este sentido, se debes considerar lo siguiente:

- El largo no debe exceder el doble del ancho más el espesor de la junta adhesiva, y tanto el largo como el ancho no deben exceder los 40 cm.

- La altura debe ser de al menos ocho centímetros.
- El largo en el adobe es dos veces la longitud del ancho, mientras el largo del adobe es 4 veces la altura, esto garantiza seguridad contra los efectos cortantes producidos por movimientos sísmos. (15)

Debido a la simplicidad de su fabricación, se aconseja que el adobe sea cuadrado, siendo estas las longitudes óptimas para la elaboración:

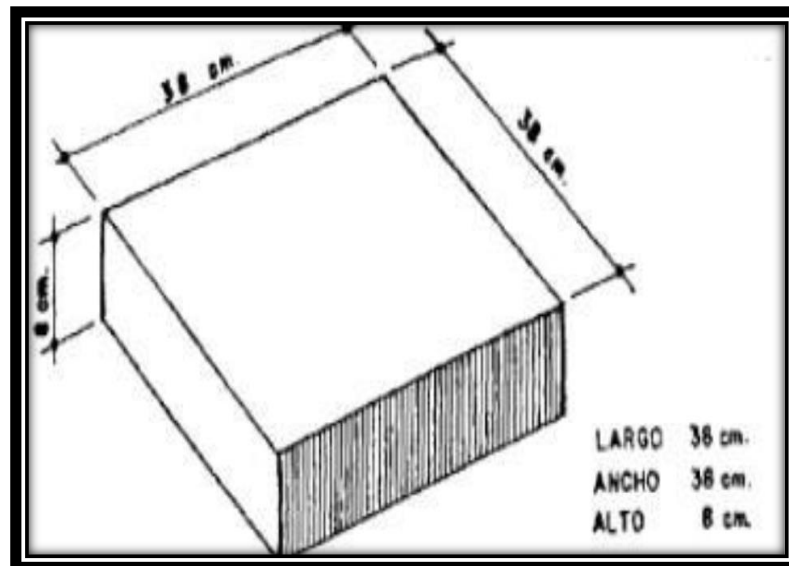


Figura 15. Longitudes del adobe.

Tomado de Morales y Torres (20).

2.2.5.2. Preparación del barro

Humedecer la tierra y eliminar objetos extraños mayores de 5 mm. Mantener la tierra húmeda durante 24 horas facilita el pisado del barro (20).

Mezclado

Agrega la cantidad necesaria de agua al barro, mézclalo con una lámpara o rastrillo y camina vigorosamente con los pies mientras lo pisas. Agregue una sustancia inerte a base de paja o fibras de pasto seco a la mezcla a razón del 20 % en volumen (20).



Figura 16. Mezclado de barro.

Tomado de Morales y Torres (20).

Moldeo

El moldeado también se puede realizar de forma tradicional utilizando un molde sin fondo y vertiendo la mezcla directamente en la parte posterior del molde. También, se puede utilizar un molde con fondo para que sean más uniformes, más fuertes y con mejor apariencia. La estructura debe construirse utilizando maderas cepilladas. Por consiguiente, prolongar su durabilidad implica proteger los cantos con bandas metálicas. Al realizar moldes, es necesario tener en cuenta la contracción del molde y la contracción del adobe al secarse. Esto se puede determinar con adobe de prueba para que la arcilla seca tenga las dimensiones previstas para diseño. (18).

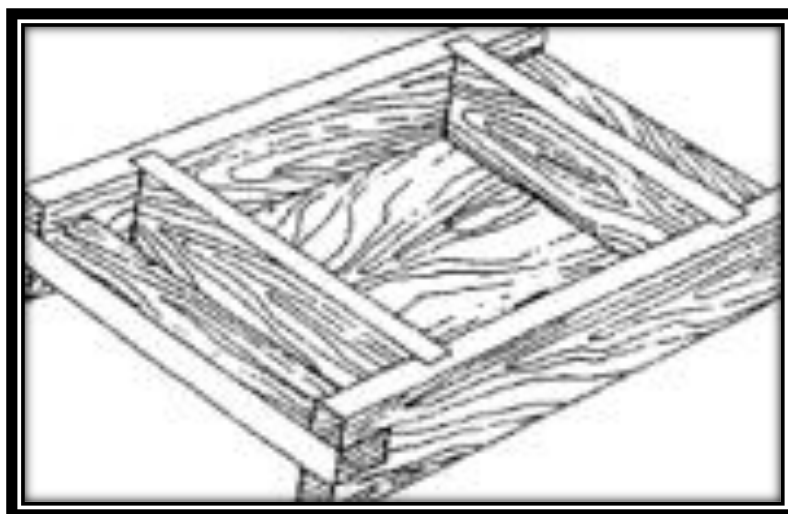


Figura 17. Adobera.

Tomado de Morales y Torres (20).

Secado y almacenamiento

Para secar el adobe se debe usar una base horizontal que esté perfilada y limpio de contaminantes orgánicos y sales minerales. Este cobertizo debe poder almacenar los adobes. Debe cubrirse durante temporadas muy húmedas. Distribuye arena uniformemente sobre la superficie de la planta para prevenir la separación de la arcilla. Después de tres días, se pueden colocar ladrillos de arcilla en los bordes y después de una semana es necesario apilarlos (20).

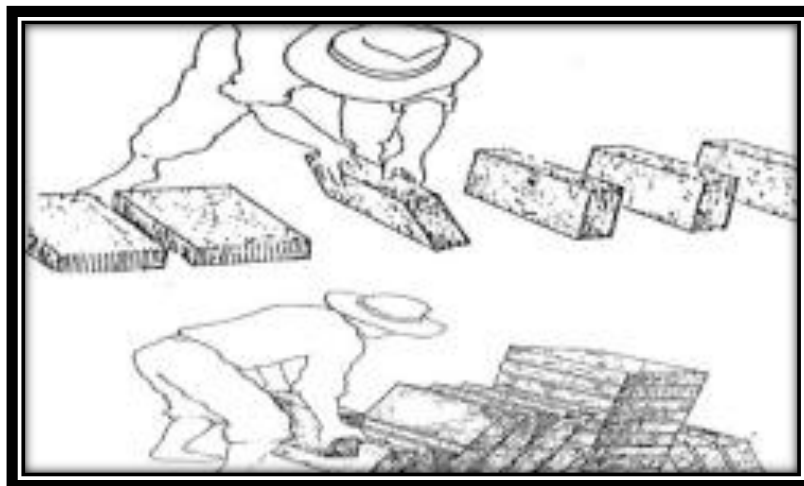


Figura 18. Proceso de secado del adobe

Tomado de Morales y Torres (20).

Control de calidad

Si la unidad de adobe muestra grietas o pequeñas deformaciones después de cuatro semanas, se debe aumentar más paja al barro. (20)

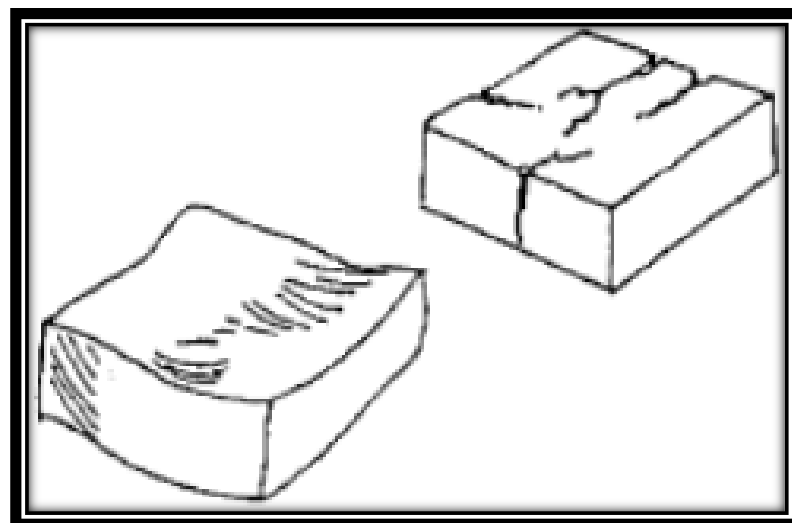


Figura 19. Control de calidad del adobe, rajaduras.

Tomado de Morales y Torres (20).

Si después de cuatro semanas la arcilla de prueba no puede soportar el peso de una persona, es necesario agregar más arcilla a la masa de barro.

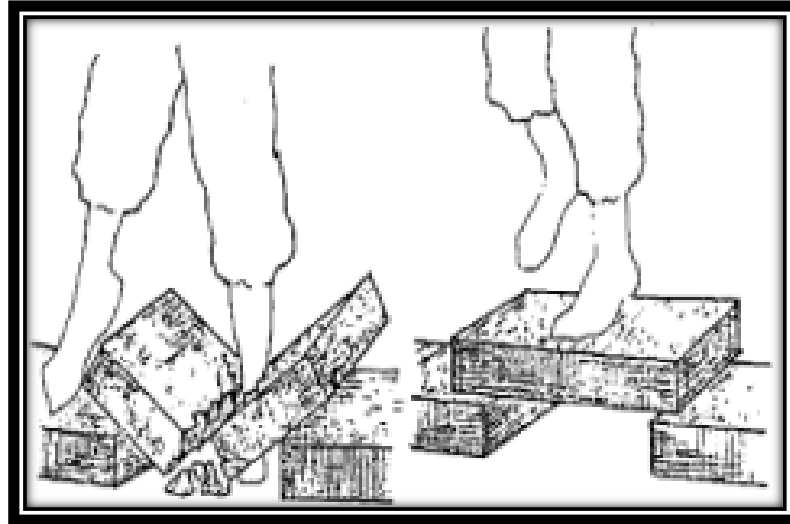


Figura 20. Control de calidad del adobe, rotura.

Tomado de Morales y Torres (20).

2.2.6. Propiedades físicas del adobe

Alabeo

El alabeo consiste en las deformaciones que se observan en las cara superior e inferior de la unidad de adobe, áreas vacías o huecas (no convexo) que son resaltantes (convexo). La deformación ejerce un efecto análogo al cambio dimensional, lo que resulta en un incremento o reducción del grosor de la junta de masa, lo cual influye en la resistencia a la compresión y al corte de la albañilería. Cuanto más pronunciada sea la curvatura (cóncava o convexa) del adobe, se incrementará el grosor de la unión. Asimismo, se forman huecos en las zonas más deformadas, que pueden debilitar la adherencia con el mortero, alternativamente, la unidad puede tener un error de flexión por tensión (4).

En el ensayo de alabeo, no hay un método por consiguiente se optó a la prueba adsorción de ladrillos en la (NTP 399.613, 2005).

Concavidad

Si la deformación del objeto a medir es una base cóncava, la varilla correctora se coloca a lo largo de la superficie a medir, ocupando el punto donde la desviación de la línea recta es mayor, Indique la distancia máxima desde el área del espécimen hasta la varilla enderezadora, mida esta distancia con precisión de un, milímetro utilizando la regla y anótela la deformación cóncava del área (21).

Convexidad

En caso de que la deformación a medir sea convexa, emplee una medida de hierro, después medir la longitud de las cuatro esquinas desde el plano con una precisión de un milímetro, y anote el promedio de estas cuatro mediciones y la deformación convexa de la muestra (21).

Procedimiento

- Se coloca la regla en forma de una diagonal o recta a la superficie de la cara del adobe de mampostería.
- En el caso de la concavidad, inserte una cuña milimétrica bajo el borde con regla en la ubicación de la concavidad más pronunciada.
- En el caso de la convexidad, colocar una cuña de 2 milímetros en el vértice diagonal debajo del canto de la regla hasta que las 2 cuñas quedaron igualmente convexas (12).

La absorción

Es la permeabilidad del adobe y a menudo se utiliza como medida de porosidad y se considera un indicador de posibilidad de filtraciones a través de la unidad de adobe. Asimismo, las variaciones de absorción se deben a los materiales usados y la forma del dispositivo. Una medida de absorción es una unidad saturada puede absorber y se considera una medida de su impermeabilidad. Además, al no existir un método establecido para la prueba de absorción, (NTP 399.613, 2005) opta por la prueba de adsorción del ladrillo.

Procedimiento

- 4 Bateas de medidas 40x20x12cm.
- Se emplean 3 muestras como indica la, (NTP 399.613).
- Se seca la unidad de adobe al ambiente en un lapso de 28 días.
- El recipiente (tina) en el que se almacena cada ejemplar individualmente en agua se ubica en un lugar protegido de la intemperie.
- Después de secarlas, se pesan los especímenes con la precisión de 0.5 gramos y se ponen al interior del recipiente.
- Después de 24 horas de remojo, la superficie se secó brevemente con un paño húmedo, se retiraron las muestras y se volvieron a pesar.

Calcule la absorción de cada muestra utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción (\%)} = (100(W_s - W_d)) / W_d$$

En la cual:

Absorción (%) = % de adsorción.

W_d = Peso del adobe seco (gr.)

W_s = peso del adobe saturada (g) después de 24 horas de inmersión en agua fría si es necesario.

La succión

Es la velocidad a la que la unidad de albañilería absorbe agua en la superficie de asentamiento, lo que es crucial para determinar la relación entre la masa y la unidad en el contacto, y por ende, la resistencia a la tracción (6).

No hay un procedimiento estándar establecido para llevar a cabo la prueba de succión., por consiguiente, se optó por la prueba adsorción de ladrillos en la, (NTP.399.613,2005).

Procedimiento

- Colocar la bandeja sobre base limpia y plana.
- Colocar la cuña o soporte de soporte en la bandeja y ponga la bandeja con agua hasta 3 mm por encima de la altura de la cuña.
- Colocar la muestra sobre el soporte durante 1 minuto.
- Luego, tomar la muestra, secar la superficie y pesarla de nuevo. Este pesaje incluye el líquido absorbida en un minuto.
- El líquido superficial en la muestra debe secarse dentro de los 10 segundos posteriores a la recolección de la muestra y pesarse en dos minutos.
- La fuerza de succión se obtiene restando el peso (W , en gramos) de la muestra en su estado inicial del peso en su estado final, la cantidad de agua absorbida. El área de la muestra no debe desviarse más del 2.5 % de 200 cm².

Calcular la succión normalizada para un área de 200 cm², de cada muestra utilizando la siguiente fórmula.:

$$S = (200 W) / (L B)$$

Se tiene:

S = Succión normalizada a una superficie de doscientos cm².

W = Variación del peso de la muestra húmedo y seco en gramos.

L = Dimensión de la muestra en centímetros

B=Ancho de la muestra en centímetros

2.2.7 Propiedades mecánicas del adobe

Erosión acelerada *swinburne* (saet)

Este es la reacción de los adobes frente a la erosión superficial provocada por el impacto de chorros constantes de agua en una de sus caras, imitando los efectos de una lluvia intensa y prolongada. (3).

Según normas españolas (UNE 41410-2008).

Procedimiento

- Se aplica un chorro continuo de líquido en el espécimen, mediante de una manguera de 2.5 mm de radio, durante el tiempo de diez minutos. La manguera está conectada a un contenedor con un nivel de líquido constante a una altura de un metro y medio, desde la superficie del espécimen.
- El adobe su Angulo de inclinación es veintisiete grados, con la base.
- Se emplea una vara pequeña de diámetro de tres milímetros, para medir la depresión que se forma.

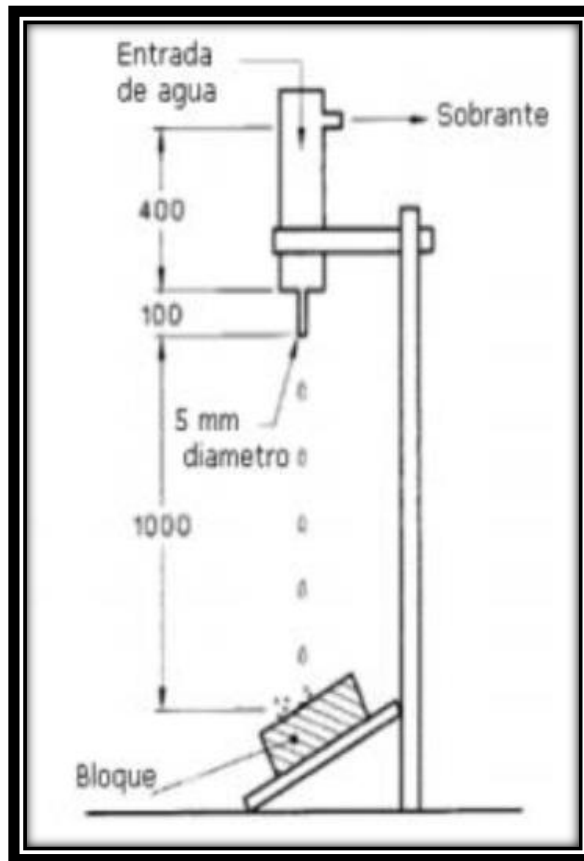


Figura 21. Equipo de goteo.

Tomado de Moreano (6).

Resistencia a la compresión

Cuando una fuerza incide en un cuerpo, las fibras del objeto generan una fuerza de resistencia, conocida como fuerza interna. Esta fuerza interna representa la capacidad intrínseca de un objeto para resistir una fuerza externa. Así, al hablar de tensión, nos referimos a la cantidad de fuerza en la unidad de área. La resistencia en un material, por ende, es su capacidad para resistir la influencia de la fuerza (6).

De acuerdo con la norma E.080, la resistencia a la compresión debe superar los 10,2 kg/cm². Para esta prueba, las unidades de adobe deben secarse durante 28 días.

La resistencia a la compresión (σ) en la muestra se calcula haciendo una división, la carga de rotura (P) dividido entre el área bruta (A). Para determinar la resistencia característica a compresión $f'o$, se obtiene el valor promedio de los resultados de cada muestra y se le resta una desviación estándar (6). Utilizamos la (NTP 339.613, 2005) y E.080.

Procedimiento

- Colocar dos planchas de neopreno del tamaño de una lámina encima y debajo de los ladrillos de arcilla.
- A continuación, colocar dos placas de metal en la parte superior e inferior que sean un poco más grandes que el cuerpo principal de adobe.
- Colocar en un compresor axial y comprimir hasta que aparece la primera grieta en un lado del adobe.

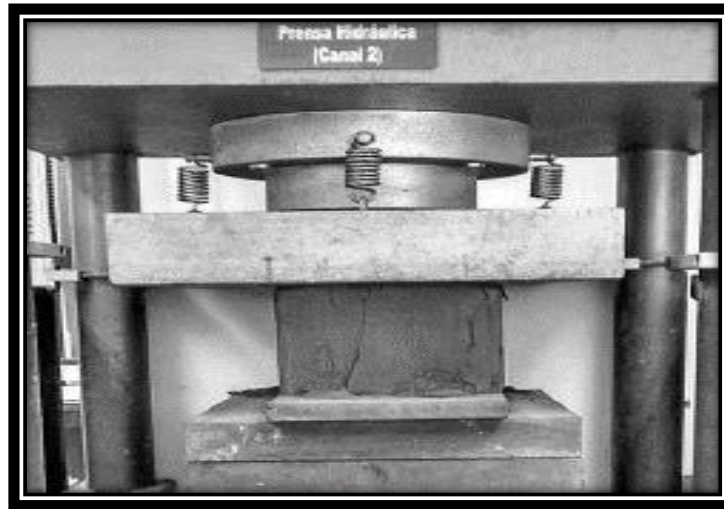


Figura 22. Máquina de compresión.

$$F'o = (CM)/A$$

Se tiene:

F'o: Resistencia a la compresión (kilogramos por centímetros cuadrados).

CM: Carga en kilogramos

A: Área en centímetros cuadrados

Resistencia a la flexión

De la unidad de adobe, en ingeniería, la flexión es la deformidad que ocurre en el elemento alargada cuando se falle en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. (7).

El material se analiza en función de la carga sobre la superficie longitudinal del material ante una carga determinada hasta que falla la unidad de prueba, con referencia al peso limite soportada. Esta prueba se desarrolla en una máquina de compresión (6). Según a la, (NTP 339.078, 2012) y en el ensayo de flexión para la ductilidad de metales rectangulares (ASTM E290).

Procedimiento

- Se eligen aleatoriamente las unidades de adobe que se utilizaran, después medir ancho, altura, largo y la carga
- En el debajo de dicho adobe irán cuñas metálicas y procedemos hallar el esfuerzo resistencia a flexión, en la máquina de resistencia a la compresión, hasta que falle la unidad de adobe

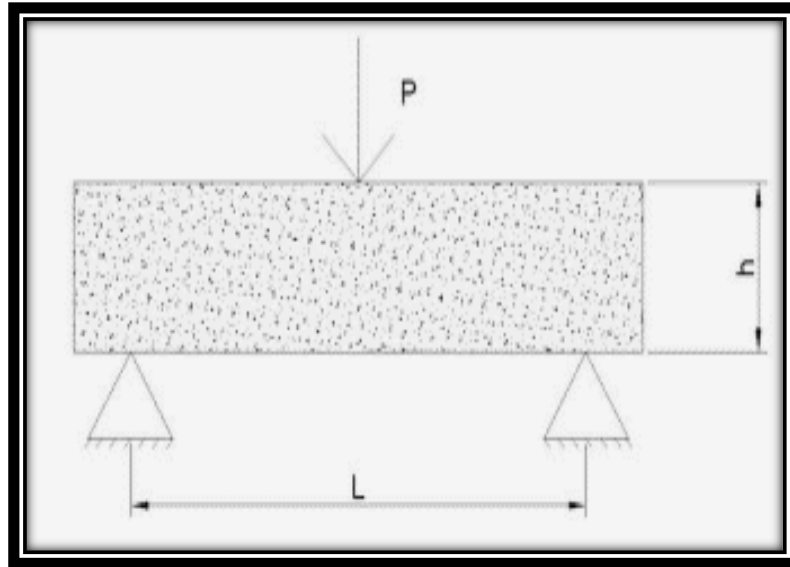


Figura 23. Esquema de la resistencia a la flexión.

El módulo de la rotura se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F'o = (3PL) / (2B(H*H))$$

Dónde:

F'o: Fuerza de rotura (kilogramos por centímetros cuadrados)

P: Carga aplicada al adobe control en kilogramos

L: Distancia entre los apoyos en centímetros

B: Ancho del adobe control en centímetros

H: Altura del adobe control en centímetros

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y Alcance de la Investigación

3.1.1. Según su aplicación

Según Tamayo y Tamayo, Esta metodología de investigación aplicada también es denominada investigación activa o dinámica. Está estrechamente relacionada con la investigación pura, ya que se basa en descubrimientos y contribuciones teóricas. La aplicación de una investigación o de sus resultados a un problema específico (22).

Esta investigación está orientada a la aplicación, ya que utiliza conocimiento básico de la física, mecánica y la química, para utilizarlos en las propiedades físicas y mecánicas.

3.1.2. Según su fin

Según Hernández et al., La investigación cuantitativa se refiere a un enfoque metodológico sistemático utilizado para recopilar y analizar datos provenientes de diversas fuentes. Se utilizan computadoras, herramientas estadísticas y herramientas matemáticas para lograr resultados (23).

La investigación es cuantitativa, el estudio está basado en análisis de datos numéricos mediante la estadística con lo cual se compara y evalúa la propiedades físicas y propiedades mecánicas del adobe control y adobes mejorados.

Según Fidias Arias, la investigación descriptiva implica la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo con el fin de comprender su estructura y comportamiento. Los hallazgos de este tipo de investigación ofrecen un nivel de conocimiento moderado en cuanto a la profundidad de la comprensión. (24).

Según Hernández et al., La función explicativa o causal busca entender las razones detrás de los eventos físicos o sociales. Su objetivo es explicar por qué sucede un fenómeno y bajo qué circunstancias se presenta, así como la relación entre variables (23).

El presente estudio es descriptivo y explicativo. Es descriptivo porque busca enumerar las características luego de la adición de tiras de PET en 1 %, 2 % y 3 % al adobe tradicional, para estudiar sus propiedades y resultados por medio de pruebas *in situ* y de laboratorio.

Es explicativo o causal, porque tiene una variable independiente que se manipula como son las tiras de PET que se colocaron en porcentajes y las variables dependientes que mide sus dimensiones, propiedades físicas y mecánicas, también quiere buscar que porcentaje es ideal para mejorar sus propiedades físicas y propiedades mecánicas a lo máximo.

3.2. Diseño de la Investigación

Según Fidias Arias, la investigación experimental implica someter un objeto o un grupo de personas a condiciones dadas, estímulos o tratamientos (la variable independiente) para luego observar las consecuencias o respuestas resultantes (la variable dependiente) (24).

Según Hernández et al., este diseño se considera cuasiexperimental, al probar materiales y dispositivos de adobe, existen influencias externas que no se pueden cuantificar, incluidas, entre otras, la temperatura ambiente, la humedad, la presión del aire y la calibración del equipo utilizado para las pruebas. (23).

La presente investigación es experimental, de análisis, procesado y la interpretación de datos numéricos del adobe con adición de PET al 1 %, 2 % y 3 %, los cuales tienen un tratamiento experimental en las propiedades físicas y mecánicas en el adobe control.

Tabla 7. *Diseño postprueba para un tradicional y varias mezclas*

Grupo		Variable-independiente	Después de la prueba
C	Adobe control	X Con paja 25 gr/7.5 kg de suelo	Dp Alabeo. Absorción. Succión. Erosión acelerada. Resistencia a la compresión. Resistencia a la flexión.
P1	Adobe adicionado al 1 % de tiras de PET.	X1 Dosis de tiras de PET 75 gr/7.5kg de suelo	Dp1 Alabeo. Absorción. Succión. Erosión acelerada. Resistencia a la compresión. Resistencia a la flexión.
P2	adobe adicionado al 2 % de tiras de PET.	X2 Dosis de tiras de PET 150gr/7.5kg de suelo	Dp2 Alabeo. Absorción. Succión. Erosión acelerada. Resistencia a la compresión. Resistencia a la flexión.
P3	Adobe adicionado al 3 % de tiras de PET.	X3 Dosis de tiras de PET 225gr/7.5kg de suelo	Dp3 Alabeo. Absorción. Succión. Erosión acelerada. Resistencia a la compresión. Resistencia a la flexión.

En la tabla 07, adobe control (C), este adobe es tradicional con paja sin PET, (P1, P2 y P3) representa el adobe experimental con aditivo de PET (1 %, 2 % y 3 %) para cada muestra. La variable (-- o X). Se da cuando no hay aditivo y en representación se usa al poner tiras de PET en % variados. Después de la prueba (Dp), se evalúa el alabeo, la absorción, la succión, la erosión acelerada, resistencia a la compresión y a la flexión.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Según Tamayo y Tamayo, se denomina población al fenómeno que se va a estudiar, a cada una de las personas o cosas necesarias para responder a la pregunta-problema de investigación, y es el investigador que determina quiénes, cuáles o cuántas son las personas o cosas que se va a estudiar. A los objetos de estudio, bien sean personas o cosas, se les denomina población (22).

La población se constituye por 144 unidades del adobe control y con tiras de PET adicionado al 1 %, 2 % y al 3 % hechos en la comunidad de Huaccoto del distrito Sam Jerónimo Cusco. Las medidas son las siguientes: longitud de 33 cm, ancho de 16.5 cm y altura de 8.25 cm. Se recogerá un número de muestras para llevar a cabo pruebas de alabeo, succión, absorción, erosión acelerada, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión en unidades de adobe convencional y unidades de adobe estabilizado con PET al 1 %, 2 % y 3 %.

Tabla 8. *Población*

Población	N.º de especímenes
Adobe control	36
Adobe al 1 % de PET	36
Adobe al 2 % de PET	36
Adobe al 3 % de PET	36
Total de adobes control y adobes con PET(1 %,2 % y 3 %)	144

En la tabla 8. La cantidad total de la población es 144 unidades de adobes control y adobes mejorados con tiras de PET.



Figura 24. Adobera rectangular a utilizar en el proyecto

Las medidas del adobe son de longitud 33cm, ancho 16.5cm y altura de 8.25cm.

3.3.2. Muestra

Una muestra es un subconjunto de una población y debe tener características que se reproduzcan con la mayor precisión posible dentro de ella, las muestras deben ser representativas (25).

Siguiendo la guía de la norma E-080, se llevó a cabo un mínimo de seis pruebas en cada muestra en la evaluar de la resistencia a la compresión. Considerando esta directriz, se realizaron ensayos de alabeo, erosión acelerada, succión, absorción y resistencia a la flexión en adobe control y adobe estabilizadas en 1 %, 2 % y 3 % con tiras de PET, utilizando la misma cantidad de muestras en todos los casos.

3.3.2.1. Método de muestreo

Según Hernández y otros, el método que se va a seguir es el NO PROBABILÍSTICO. Es decir, no se utilizan fórmulas estadísticas para la clasificación de la muestra por simplicidad, ya que los elementos de la muestra y su selección son creados por el mismo investigador. (23).

Tabla 9. *Muestra*

Adobe control	
Ensayos de laboratorio	N.º de especímenes
Alabeo	6
Absorción	6
Succión	6
Erosión acelerada (Saet)	6
Resistencia a la compresión	6
Resistencia a la flexión	6
Total de especímenes a ensayar	36
adobe al 1 % de PET	
Alabeo	6
Absorción	6
Succión	6
Erosión acelerada (Saet)	6
Resistencia a la compresión	6
Resistencia a la flexión	6
Total de especímenes a ensayar	36
adobe al 2 % de PET	
Alabeo	6
Absorción	6
Succión	6
Erosión acelerada (Saet)	6
Resistencia a la compresión	6
Resistencia a la flexión	6
Total de especímenes a ensayar	36
adobe al 3 % de PET	
Alabeo	6
Absorción	6
Succión	6
Erosión acelerada (Saet)	6
Resistencia a la compresión	6
Resistencia a la flexión	6
Total de especímenes a ensayar	36
Total de especímenes a ensayar con adobe control y adobe con PET (1 %, 2 % Y 3 %)	144

La muestra consiste en 144 unidades de adobe mejoradas con tiras de PET en diferentes proporciones (1 %, 2 % y 3 %), junto con adobes de control. Estos materiales son sometidos a pruebas de laboratorio para determinar sus características físicas y mecánicas, los componentes para la elaboración de los adobes lo sacaremos de la comunidad de Huaccoto.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1. Técnicas de investigación o métodos

Según Hernández y otros, de hecho, las técnicas son los procedimientos que utilizan los investigadores para estudiar los hechos y acceder al conocimiento. Estos dependen de dispositivos de almacenamiento de información como cuadernos, diarios de campo, mapas y cámaras para registrar observaciones y hechos. (23).

- En la investigación se aplicará la técnica de la observación directa e indirecta, es decir, en la prueba laboratorio *in situ* y a partir de información de documentos.
- Formatos de guías de laboratorio, analizando los datos registrados, procesando, interpretación y dar conclusiones.

3.4.2. Instrumentos de Investigación

Según Fideas Arias, Las herramientas de recopilación de datos son instrumentos o medios, ya sean físicos o digitales, empleados para capturar, anotar y conservar (24).

Los instrumentos a utilizarse en la toma de notas en la elaboración del presente estudio presentan los siguientes formatos:

- Color
- Olor
- Tacto de la tierra
- Botella
- Cinta de barro
- Resistencia
- Muestreo de suelos
- Contenidos de humedad
- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Alabeo
- Absorción.
- Succión
- Erosión acelerada

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión

Los formatos de recolección de datos en los ensayos *in situ* en color, olor, tacto de la tierra, botella, cinta de barro, resistencia y los de laboratorio como son: muestreo de suelo, contenido de humedad, límites de Atterberg, granulometría, alabeo, absorción, succión, erosión acelerada, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, véase en los anexos.

Instrumentos y equipos de laboratorio

- Cuchara Casa Grande.
- Balanza electrónica.
- Varilla de 4 mm.
- Vidrio templado.
- Serie de tamices.
- Cronometro.
- Vernier.
- Regla (cm).
- Cuña para alabeo.
- Bandejas.
- Tinas.
- Equipo de erosión acelerada (SAET).
- Micro gotero.
- Máquina de compresión axial.
- Tiras de PET.
- Molde de madera para adobes de 33cmx 16.5cm x 8.25cm
- Lavatorios.
- Tamices.
- Horno eléctrico.
- Recipientes de plásticos de 2.5lt

3.4.3. Procesos de recopilación de datos

3.4.3.1. Elaboración de las tiras de PET

Recursos

- Botellas de gaseosas recicladas de PET
- Cúter y tijera.
- Cinta métrica.
- Plumón.

Proceso

- Recolectar botellas recicladas de PET.
- Lavado de botellas plásticas.
- Ya recolectadas las botellas descartables marca con plumón las dimensiones en este caso de tiras de PET (10-30) cm. x (2-5) mm. x (0.1-0.33) mm.
- Proceder a cortar y obtener las tiras de PET.
- Para mejorar la adherencia de las tiras de PET, se cortan de longitudes (largo, ancho y grosos) de diferentes medidas.

En las figuras siguientes se realiza el reciclaje y acopio de botellas descartables.



Figura 25. Recolección y lavado de botellas de PET.



Figura 26. Elaboración de las tiras de PET.



Figura 27. Acopio de las tiras de PET.



Figura 28. Tiras de PET.

3.4.3.2. Elaboración de los adobes

Adobe control

Recursos

- Adobera de madera (33cm x 16.5cm x 8.25cm).
- Tierra (0.0045 m³)
- Agua (2.00 lts)
- Paja (25 gr)

Proceso

- i. Primero procedemos a retirar piedras y materiales mayores a cinco milímetros y mantener húmedo la tierra durante 24 horas después lo mezclamos para formar la masa de barro uniforme.
- ii. Adicionamos paja al voltear y antes de pisar con la mano en forma horizontal encima del barro.
- iii. Procedemos voltear con la lampa la masa de barro y pisar este proceso lo realizamos varias veces hasta que este uniforme el barro.
- iv. Dejar reposar el barro por 24 horas en sombra, fuera de agentes externos como el sol o lluvia.

- v. Luego se saca los adobes en dirección de abajo hacia arriba, la adobera cada vez que se saca un adobe se debe refrescar la parte interna que va en contacto con agua para que no se pegue el barro ala adobera.
- vi. Después de sacar los adobes tradicionales se deja secar hacia el sol por 28 días, en este transcurso volteándolo las caras para un óptimo secado.

En las figuras siguientes se observa el proceso de realizar la masa de barro.



Figura 29. Selección para humedecer la tierra por 24 horas.



Figura 30. Elaboración de la mezcla de barro.



Figura 31. Reposo de la masa de barro durante un día.



Figura 32. Fabricación de adobe control (con paja).



Figura 33. Unidades de adobes control con 25 gramos de paja.

Adobe adicionado al 1 % de PET

Recursos

- Adobera de madera (33cm x 16.5cm x 8.25cm).
- Tierra (0.0045 m³).
- Agua (2.00 l).
- Tiras de PET (75 gr por adobe).

Proceso

- i. Primero procedemos retirar piedras y materiales mayores a 5 mm y mantener húmedo la tierra durante 24 horas después lo mezclamos para formar la masa de barro uniforme.
- ii. Adicionamos PET al voltear y antes de pisar con la mano en forma horizontal encima del barro.
- iii. Procedemos voltear con la lampa la masa de barro y pisar este proceso lo realizamos varias veces hasta que este uniforme el barro.
- iv. Procedemos a reposar el barro por 24 horas en sombra, fuera de agentes externos como el sol o lluvia.
- v. Procedemos a sacar los adobes en dirección de abajo hacia arriba, la adobera cada vez que se saca un adobe se debe refrescar la parte interna con agua para evitar que se pegue el barro ala adobera.

- vi. Después de sacar los adobes tradicionales se deja secar hacia el sol por 28 días, en este transcurso volteándolo las caras para un óptimo secado.

En las figuras siguientes observamos el proceso de elaboración de los adobes con el 1 % de tiras de PET.



Figura 34. Preparación del adobe con el 1 % de tiras de PET.



Figura 35. Mezcla del adobe con el 1 % de tiras de PET.



Figura 36. adobes con el 1 % de tiras de PET.



Figura 37. Secado de los adobes con el 1 % de tiras de PET.

Adobe adicionado al 2 % de PET

Recursos

- Adobera de madera (33cm x 16.5cm x 8.25cm).
- Tierra (0.0045 m³)
- Agua (2.00 l)
- Tiras de PET (150 gr por adobe).

Proceso

- i. Primero procedemos retirar piedras y material mayores a 5 mm y se debe mantener húmedo la durante 24 horas después lo mezclamos para formar la masa de barro uniforme.
- ii. Adicionamos PET al voltear y antes de pisar con la mano en forma horizontal encima del barro.
- iii. Procedemos voltear con la lampa la masa de barro y pisar este proceso lo realizamos varias veces hasta que este uniforme el barro.
- iv. Procedemos a dejar reposar el barro por 24 horas en sombra, fuera de agentes externos como el sol o lluvia.
- v. Procedemos a sacar los adobes en dirección de abajo hacia arriba, la adobera cada vez que se saca un adobe se debe refrescar la parte interna con agua para que no se pegue el barro ala adobera.
- vi. Después de sacar los adobes tradicionales se deja secar hacia el sol por 28 días, en este transcurso volteándolo las caras para un óptimo secado.

En las figuras siguientes observamos la producción de adobes del 2 % de tiras de PET.



Figura 38. Preparación del adobe con el 2 % de tiras de PET.



Figura 39. Dosificación del adobe con el 2 % de tiras de PET.



Figura 40. Elaboración de los adobes con el 2 % de tiras de PET.



Figura 41. Secado de los adobes con el 2 % de tiras de PET.

Adobe adicionado al 3 % de PET

Recursos

- Adobera de madera (33cm x 16.5cm x 8.25cm).
- Tierra (0.0045 m³)
- Agua (2.00 l)
- Tiras de PET (225 gr por adobe).

Proceso

- i. Primero procedemos retirar piedras y material mayores a 5 mm y mantener húmedo la tierra durante 24 horas después lo mezclamos para formar la masa de barro uniforme.
- ii. Adicionamos PET al voltear y antes de pisar con la mano en forma horizontal encima del barro.
- iii. Procedemos voltear con la lampa la masa de barro y pisar este proceso lo realizamos varias veces hasta que este uniforme el barro.
- iv. Procedemos a dejar reposar el barro por 24 horas en sombra, fuera de agentes externos como el sol o lluvia.
- v. Procedemos a sacar los adobes en dirección de abajo hacia arriba, la adobera cada vez que se saca un adobe se debe refrescar la parte interna con agua para que no se pegue el barro ala adobera.

- vi. Después de sacar los adobes tradicionales se deja secar hacia el sol por 28 días, en este transcurso volteándolo las caras para un óptimo secado.



Figura 42. Preparación del adobe con el 3 % de tiras de PET.



Figura 43. Mezcla del adobe con el 3 % de tiras de PET.



Figura 44. Dosificación con el 3 % de tiras de PET.



Figura 45. Secado de los adobes con el 3 % de tiras de PET.

3.4.3.3. Ensayos de conformidad In situ

Olor

Recursos

- Recipiente metálico para contener la muestra.
- 150gr de tierra

Proceso

Las tres muestras elegidas se procedieron a poner en el recipiente metálico y olerlos cada una y anotarlos.




Figura 46. Evaluación de los olores *in situ* del espécimen 1 y 2.



Figura 47. Evaluación del olor *in situ* de la muestra 3.

Datos de la evaluación

Tabla 10. *Datos de la evaluación de olor*

				
UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.			Fecha: 01/11/2023	
Prueba de Laboratorio: Prueba de Olor			Prueba Nro. 01	
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani				
EXISTENCIA DE OLOR (MOHO O RANCIO)				
Muestra	Cantidad (gr)	No existe	Si existe	Resultado
01	50.00	X		
02	50.00		X	
03	50.00	X		

Color

Recursos

- Recipiente metálico para contener la muestra.
- 150gr de tierra.

Proceso

- Se tomó tres muestras cada una de 50 gr y se realizó el análisis.
- Si el color es claro o pálido, es suelo orgánico. Si la muestra es de color gris oscuro, es un suelo fangoso y menos cohesivo y se está recopilando datos (11).




Figura 48. Muestra 01 y 03, de la evaluación de olor.



Figura 49. Muestra 2, de la evaluación de olor.

Datos de la evaluación

Tabla 11. *Datos de la evaluación de color*

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.			Fecha: 01/11/2023	
Prueba de Laboratorio: Prueba de Color			Prueba Nro. 02	
Ejecutado por: Celso N. Huilica Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani				
PRUEBA DE COLOR				
Muestra	Cantidad (gr)	Suelo Orgánico (De colores parda, gris, verdes y negra)	Suelo Inorgánico (Sus colores varía desde el gris claro hasta el muy oscuro)	Resultado
01	50.00		X	
02	50.00	X		
03	50.00		X	

Tacto de la tierra (textura)

Recursos

- Recipiente de plástico para contener la muestra.
- 3000gr de tierra.

Proceso

- Se tomó 3 muestras de 50gr y se realizó el análisis.
- Se procedió a palpar y observamos que la tierra presenta diferentes tamaños (granulometría)




Figura 50. Evaluación de textura de la tierra.



Figura 51. Evaluación de textura de las muestras 1, 2 y 3.

Datos de la evaluación

Tabla 12. Datos de la evaluación de textura de la tierra

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.		Fecha: 01/11/2023			
Prueba de Laboratorio: Textura de la Tierra		Prueba Nro. 03			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
PRUEBA TEXTURA DE LA TIERRA					
Muestra	Cantidad (gr)	tamaño			Resultado
		Grande (in situ)	Pequeño (in situ)	Pequeño (cernido)	
01	50.00	X	X	X	
02	50.00	X			
03	50.00	X	X	X	

Botella

Recursos

- Tres botellas descartables recicladas de 2.5lt
- 1000 gr de tierra.
- Dos litros de agua.
- Cinta métrica o regla

Proceso

- i. Cortamos la parte superior de la botella de 2.5 l y rellenamos tierra a una altura 15cm.
- ii. La parte faltante llenamos con agua potable.
- iii. Procedemos agitar con fuerza después esperamos reposen 24 horas.

- iv. Procedemos finalmente a medir las proporciones de arena, limo y arcilla, lo ideal es la arena este en relación de uno a dos veces en proporción de limos, arena y arcilla.



Figura 52. Llenado con tierra, el añadido de agua y finalmente la agitación en la botella descartable.




Figura 53. Reposar por un día para medir los estratos.



Figura 54. Medición de los estratos

Datos de la evaluación

Tabla 13. Datos de la evaluación de la botella.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.			Fecha: 01/11/2023		
Prueba de Laboratorio: La Botella Prueba Nro. 04 (Granulometría)					
Ejecutado por: Celso N. Huillca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
PRUEBA DE LA BOTELLA (GRANULOMETRÍA)					
Muestra	Cantidad (gr)	TAMAÑO			Resultado
		Altura de Arena (cm)	Altura de Limo (cm)	Altura de Arcilla (cm)	
01	1000.00	9.90	3.50	1.60	
02	1000.00	13.00	2.50	0.50	
03	1000.00	10.00	2.80	2.20	

Cinta de barro

Recursos

- 1500gr de tierra.
- Regla o cinta métrica.
- Mesa pequeña.
- Papel y plumón.

Proceso

- Se enrolla una pieza con un diámetro de 1.5 cm.
- Procedemos a aplastar el rollo con la mano hasta que llegue a 4 mm de diámetro un total de 3 bolitas para la prueba.
- Se sostiene con la mano y la muestra va en dirección hacia abajo y que se rompa por gravedad.
- Finalmente se mide la distancia de rotura de la cinta de barro y verificar los casos siguientes:

Suelo arenoso (no apto): Con longitud de 0 a 5 cm

Suelo arcillo y arenosa (apto): Con longitud de 5 a 15 cm.

Suelo arcilloso (no apto): Con longitud de 15 cm, a más.



Figura 55. Rollo de un diámetro de 1.5 cm con tierra húmeda.




Figura 56. Aplastado de las bolitas hasta llegar a cintas de un diámetro de cuatro milímetros.



Figura 57. Colgara de la mano, la cinta de barro y se procede a medir.

Datos de la evaluación

Tabla 14. Datos de la evaluación de la cinta de barro

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.		Fecha: 01/11/2023			
Prueba de Laboratorio: Cinta de barro		Prueba Nro. 05			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
PRUEBA DE CINTA DE BARRO					
Muestra	Cantidad (gr)	TAMAÑO			Resultado
		Arenosa (tamaño: entre 0 - 5 cm)	Arcilla Arenoso (tamaño: Entre 5-15 cm)	Arcilloso (tamaño: Mayor a 15 cm)	
01	500.00		10.00		
02	500.00	4.00			
03	500.00		11.50		

Bola (resistencia)

Recursos

- 600gr de tierra.
- Regla o cinta métrica.
- Mesa pequeña.
- Papel y plumón.

Proceso

- Basándonos en la norma, (NTP E.080, 2017).
- Se forma un rollo de un diámetro de 4.5 cm con tierra húmeda 4 bolitas.
- Procedemos Secar el tiempo de 48 horas.
- Procedemos a presionar con los dedos para analizar los casos siguientes:
- Resistencia muy baja (no apta): la bolita de barro seca se aplasta con facilidad.
- Resistencia alta o resistencia media (apta): la bolita de barro seca se aplasta ofrece resistencia o se quiebra con un sonido seco.



Figura 58. Realizar 4 bolitas para la prueba.



Figura 59. Medir las 4 bolitas de la prueba.




Figura 60. Secado por 48 horas de las 4 bolitas para la prueba.



Figura 61. Probando la resistencia de las 4 bolitas.

Datos de la evaluación

Tabla 15. Datos de la evaluación de la bola (resistencia)

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.		Fecha: 01/11/2023		
Prueba de Laboratorio: resistencia (Prueba de la bolita)		Prueba Nro. 06		
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani PRUEBA DE RESISTENCIA (PRUEBA DE LA BOLITA)				
Muestra	Cantidad (gr)	Resultado		
		Si existe Presencia de arcilla	No existe presencia de arcilla	La bola se rompe
01	200.00	X		No
02	200.00		X	Si
03	200.00	X		No

3.4.3.5. Ensayos de laboratorio

Muestreo del suelo

Recursos

- Cantidad tierra 8449.3 gr
- Espátula
- Recipiente

Proceso

Basando en la, (NTP 339.089, 1998)

- Primero: se acumulan toda la tierra de un solo montón.
- Segundo: se esparce la tierra con la espátula.
- Tercero: se reparten en 4 partes de manera proporcional.
- Cuarto: se elige las partes opuestas que presenten características parecidas.
- Quinto: se adicionan las dos partes elegidas, se prosigue el mismo procedimiento hasta lograr el suelo necesario para ensayo (26).



Figura 62. Muestreo del suelo



Figura 63. Repartición de la muestra en 4 partes y elegimos 2 muestras representativas.



Figura 64. Pesado de la muestra.

Datos de la evaluación

Tabla 16. Datos de la evaluación de muestreo del suelo

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.			
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto		Fecha: 03/12/2023	
Prueba de Laboratorio: Muestreo del suelo		Prueba Nro. 07	
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani			
MUESTREO DEL SUELO			
Muestra	Cantidad (gr)	Muestra Representativa (gr)	Cantidad Total (gr)
01	2200.00	2200.00	
02	1850.10		
03	2200.20		
04	2199.20	2199.20	

Cantidad de humedad

Recursos

- Muestra 300gr.
- Bascula (cálculo del peso con precisión ± 0.01 gr)
- Horno (para el secado a temperatura 110 ± 5 C)
- Tres unidades de muestra(tara)

Proceso

- i. De acuerdo (NTP.339.127.2014).
- ii. Primero: se procede pesar taras vacías.
- iii. Segundo: se procede a pesar la tara con muestras incluidas.
- iv. Tercero: se procede poner las taras al horno por 24 horas y pesarlas posteriormente.
- v. Cuarto: se calcula la humedad (W_n) de las tres pruebas (27).



Figura 65. Pesado de la tara vacía y con contenido de la muestra.




Figura 66. Pesado de las 3 muestras.



Figura 67. Colocado al horno por 24 horas las 3 muestras.

Datos de la evaluación

Tabla 17. Datos de la evaluación de contenido de humedad

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.			
Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.		Fecha: 03/12/2023	
Prueba de Laboratorio: Contenido de humedad		Prueba Nro. 08	
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani			
PRUEBA DE CONTENIDO DE HUMEDAD			
Muestra	Cantidad (antes de poner al horno (gr))	Cantidad (después 24 horas en el horno (gr))	Cantidad Humedad (gr)
01	50.10	49.15	
02	52.00	51.23	
03	48.20	47.00	

Granulometría

Recursos

- Muestra 600 gr
- Balanza (+0.1gr)
- Horno (para el secado a temperatura 110±5C)
- Un cepillo
- Máquina tamizadora
- Un recipiente
- Tamices (3/4 ,3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200)

Proceso

- Primero: En la prueba de granulometría se basó según, (NTP 339.128, 1999)
- Segundo: Procedemos pesar el espécimen luego de estar 24 horas en horno y elegimos los tamices por tamaño de abertura (decreciente).
- Tercero: procedemos a realizar el tamizado en un tiempo prudente, si es manual movimientos laterales y circulares (5 minutos).

- iv. Cuarto: Los tamices se colocan en la tamizadora a una frecuencia de 150 veces por minuto.
- v. Quinto: al terminar se pesa las porciones retenida en el tamiz y posteriormente limpiar cada tamiz (28).



Figura 68. Pesado de la muestra seca sacadas del horno.



Figura 69. Tamizado manualmente.



Figura 70. Registro de peso retenida en cada malla.



Figura 71. Porción retenida en cada malla.

Datos de la evaluación

Tabla 18. Datos de la evaluación de granulometría

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 03/12/2023 suelos y concreto					
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro. 09 granulometría					
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
PRUEBA DE GRANULOMETRÍA					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	Porcentaje de Peso Retenido	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa
(pulg.)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
3/4	19.05	0.00			
3/8	9.5	8.52			
N 4	4.76	42.50			
N 8	2.38	75.00			
16	1.19	110.00			
30	0.59	115.00			
50	0.297	78.20			
100	0.149	65.00			
200	0.074	42.00			
Fondo		12.15			
Total Retenido					

Límite Atterberg (liquido)

Recursos

- Espécimen 300 gr
- Tara (recipiente para las muestras)
- Cuchara Casagrande (copa de Casagrande)
- Una balanza (+-0.1gr)
- Horno de 110 C
- Acanalador
- Mortero
- Tamiz #40

Proceso

- i. El ensayo de límite líquido se realizó, (NTP 339.129, 1999).
- ii. Obtenida la muestra procedemos a pasar por el tamiz numero cuarenta.
- iii. De la muestra que se tiene lo mezclamos con agua hasta lograr conseguir una pasta homogénea.
- iv. Se procede al ajuste y calibración de la copa de Casagrande a diez mm, se seca y limpia.
- v. Se puso entre 50 a 70 gramos de la pasta preparada en copa de Casa Grande,
- vi. Se realizó una separación en dos partes en el eje simetría con el acanalador.
- vii. Se inicia la rotación de la manivela, que impacta en la cazuela, contando dos golpes por segundo hasta lograr que las separaciones entre las dos mitades se unan a una distancia de un centímetro.
- viii. Se anota la cantidad de golpes hasta que se unan las 2 mitades y también se anota el peso de la tara vacía
- ix. Extraer una pequeña muestra de pasta de la zona que se unieron las dos masas y se proceder a pesarla para determinar la cantidad de humedad.
- x. Tomamos peso de la tara vacía y luego con masa del suelo y procedemos a pesar nuevamente.
- xi. luego procedemos ingresar al horno las taras y después pesarlos.
- xii. Se realizó con tres muestras con diferente contenido de humedad (29).



Figura 72. Muestra pasada por el tamiz número 40.



Figura 73. Pesado de la muestra.



Figura 74. Mezclado del espécimen.




Figura 75. Colocado la muestra y dividiendo con el acanalador en la copa de casa grande.



Figura 76. Obtención de las muestras y colocado al horno.

Datos de la evaluación

Tabla 19. Datos de la evaluación del límite líquido

			
UNIVERSIDAD CONTINENTAL			
FACULTAD DE INGENIERIA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.			
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto		Fecha: 03/12/2023	
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Límite Líquido.		Prueba Nro. 10	
Ejecutado por: Celso N. Huillca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani			
PRUEBA DE ENSAYO DE LIMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Numero de Golpes	30	25	20
Recipiente (Gr)	12.1	12.2	12.6
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo (Gr)	22	23	24.4
Peso de Recipiente + Suelo Seco (Gr)	21	21.5	22.4
Peso del Agua (Gr)			
Peso de Recipiente			
Peso del Suelo Seco (Gr)			
Porcentaje de Humedad (%)			

Límite Atterberg (plástico)

Recursos

- Espécimen de 300 gr
- Tara
- Lamina de vidrio poroso
- Bascula
- Tamiz #40
- Horno 110°C

Proceso

- Se realizó basándose en, (NTP 339.129, 1999).
- Pasamos el espécimen por el tamiz #40 y mezclamos con agua hasta hacer una pasta húmeda.
- Amasamos la pasta de 1 cm³ en bastoncitos de 1.5 mm de radio encima del vidrio poroso.
- Se repite el mismo proceso hasta formar bastoncito de 0.5 a 1 cm de largo hasta obtener los tres bastoncitos.
- Se pesan las taras sin contenido y después con contenido de bastoncitos.

- vi. Después llevar y poner al horno por 24.
- vii. Transcurridas 24 horas sacar las muestras para pesarlas y tomar los datos (29).



Figura 77. Preparación de la masa.

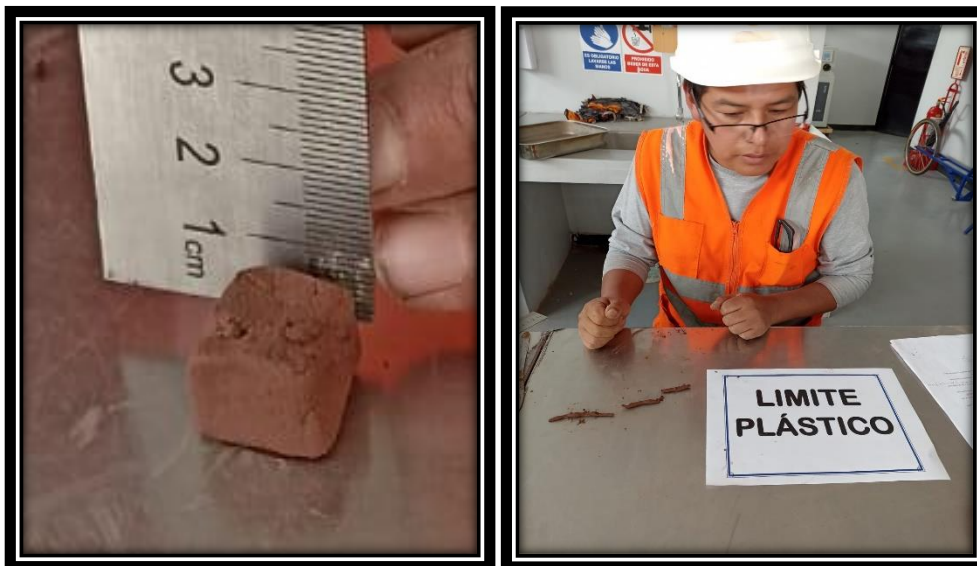



Figura 78. Amasado de la pasta de 1 cm3.



Figura 79. Amasado y colocado al horno.

Datos de la evaluación

Tabla 20. Datos de la evaluación del límite plástico

	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.		
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto	Fecha: 03/12/2023	
Prueba de Laboratorio: Ensayo de limite Plástico.	Prueba Nro. 11	
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani		
PRUEBA DE LIMITE PLÁSTICO		
Muestra	1	2
Recipiente (Gr)	12.1	12.2
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo (Gr)	25.7	15.5
Peso de Recipiente + Suelo Seco (Gr)	24.9	15.1
Peso del Agua (Gr)		
Peso de Recipiente		
Peso del Suelo Seco (Gr)		
Porcentaje de Humedad (%)		

Alabeo

Recursos

- Adobe control (25 gr de paja).
- Adobe con PET 1 %, 2 % y 3 % (75gr, 150gr y 225gr).
- Regla de 30 cm.
- Brocha.
- Nivel.
- Cuña (medida graduada en mm).

Proceso

Se tomó referencia la, (NTP 399.613, 2005).

- Primero: se coloca el adobe en una base plana y se limpia la unidad de adobe con la brocha.
- Segundo: se ubica la mayor hendidura de la línea recta.
- Se posiciona la regla en diagonal sobre el adobe y se emplea una cuña para medir la distancia entre la regla y el adobe (alabeo) (21).



Figura 80. Medición del alabeo del adobe control.



Figura 81. Medición del alabeo del adobe con 1 % de tiras de PET.



Figura 82. Medición del alabeo del adobe con 2 % de tiras de PET.



Figura 83. Medición del alabeo del adobe con 3 % de tiras de PET.

Datos de la evaluación

Tabla 21. Datos de la evaluación del alabeo, en el adobe control


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				
Fecha: 10/12/2023				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Alabeo				
Prueba Nro. 13				
Ejecutado por: Celso N. Huílca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani				
ENSAYO DE ALABEO-ADOBE CONTROL				
ESPECIMEN	CARA A		CARA B	
	Nro.	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO
1	2.80	1.50	3.30	0.80
2	3.60	2.00	2.20	1.60
3	4.00	1.80	2.50	1.00
4	3.90	1.50	3.00	1.80
5	3.50	1.60	4.20	1.20
6	2.50	2.40	3.40	1.50
PROMEDIO				
PROMEDIO				
CONCAVIDAD				
PROMEDIO				
CONVEXIDAD				
ALABEO				
PROMEDIO				

Tabla 22. Datos de la evaluación de alabeo, en el adobe con 1 % de tiras de PET


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				
Fecha: 10/12/2023				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Alabeo				
Prueba Nro. 14				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani				
ENSAYO DE ALABEO- ADOBE CON 1% DE PET				
ESPECIMEN Nro.	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
1	3.00	2.00	3.50	1.20
2	3.40	2.00	3.80	1.50
3	3.00	2.00	3.50	1.20
4	4.00	1.80	2.50	1.40
5	3.80	1.80	3.80	1.60
6	3.70	1.60	3.50	1.80
PROMEDIO				
PROMEDIO				
CONCAVIDAD				
PROMEDIO				
CONVEXIDAD				
ALABEO				
PROMEDIO				

Tabla 23. Datos de la evaluación de alabeo, en el adobe con 2 % de tiras de PET



 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 10/12/2023				
suelos y concreto				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro.15				
Alabeo				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani				
ENSAYO DE ALABEO- ADOBE CON 2% DE PET				
ESPECIMEN Nro.	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
1	2.50	1.80	3.80	1.00
2	3.50	2.50	2.80	1.70
3	3.90	2.20	3.00	1.40
4	3.80	1.50	4.00	1.70
5	3.80	2.40	3.50	1.00
6	3.50	1.50	4.00	2.20
PROMEDIO				
PROMEDIO				
CONCAVIDAD				
PROMEDIO				
CONVEXIDAD				
ALABEO				
PROMEDIO				

Tabla 24. Datos de la evaluación de alabeo, en el adobe con 3 % de tiras de PET

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 10/12/2023				
suelos y concreto				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro.16				
Alabeo				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani				
ENSAYO DE ALABEO- ADOBE CON 3% DE PET				
ESPECIMEN Nro.	CARA A CONCAVO	CONVEXO	CARA B CONCAVO	CONVEXO
1	4.50	2.50	4.20	1.50
2	3.80	2.20	3.80	1.80
3	4.00	2.00	4.20	1.20
4	4.50	2.20	3.50	1.80
5	3.50	1.80	4.80	1.50
6	5.00	1.50	3.80	2.50
PROMEDIO				
PROMEDIO				
CONCAVIDAD				
PROMEDIO				
CONVEXIDAD				
ALABEO				
PROMEDIO				

Absorción

Recursos

- Adobe control (25 gr de paja).
- Adobe con PET 1 %, 2 % y 3 % (75gr, 150gr y 225gr).
- Recipientes.
- Bascula.
- Agua potable.

Proceso

Las pruebas de absorción se realizaron, (NTP 399.613, 2005). Esta norma específica la capacidad de absorción de un bloque de piedra sumergido en agua durante 24 horas y fija un mínimo de 5 unidades.

- Primero: se procede a medir los adobes seleccionado sus longitudes.
- Segundo: se procede a pesar los adobes seleccionados.
- Tercero: se procede a anotar el peso de los adobes seleccionados.
- Cuarto: se procede a sumergir 24 horas dentro lavatorio.
- Quinto: se procede a registrar los pesos después de sumergir el adobe a 1, 6, 12 y 24 horas (21).



Figura 84. Antes de la Inmersión de las unidades de adobe.



Figura 85. Prueba de absorción de las unidades de adobe control y con 1 % de tiras de PET.



Figura 86. Prueba de absorción de las unidades de adobe con tiras de PET al 2 % y 3 %.



Figura 87. Prueba de absorción, unidad de adobe control y adicionado con tiras de PET se destrozaron completamente antes de 60 minutos.

Datos de la evaluación

Tabla 25. Datos de la evaluación de absorción, en el adobe control


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.									
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto					Fecha: 10/12/2023				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Absorción					Prueba Nro. 16				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani									
ENSAYO DE ABSORCIÓN – ADOBE TRADICIONAL									
Espécimen	Peso Seco	Peso 1 Hora	Absorción %	Peso 6 Hora	Absorción %	Peso 12 Hora	Absorción %	Peso 24 hora	Absorción %
N	gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1	7560								
2	7520								
3	7450								
4	7800								
5	7780								
6	7450								
Promedio	7593.3								
o	3								

Tabla 26. Datos de la evaluación de absorción, en el adobe con 1 % de tiras de PET


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.									
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto					Fecha: 10/12/2023				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Absorción					Prueba Nro.17				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani									
ENSAYO DE ABSORCIÓN – ADOBE CON 1% DE PET									
Espécimen	Peso Seco	Peso 1 Hora	Absorción %	Peso 6 Hora	Absorción %	Peso 12 Hora	Absorción %	Peso 24 hora	Absorción %
N	gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1	7580								
2	7800								
3	7200								
4	7400								
5	7800								
6	7950								
Promedio	7,621.6								
o	7								

Tabla 27. Datos de la evaluación de absorción, en el adobe con 2 % de tiras de PET



 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.									
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto					Fecha: 10/12/2023				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Absorción					Prueba Nro.18				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani									
ENSAYO DE ABSORCIÓN – ADOBE CON 2% DE PET									
Espécimen	Peso Seco	Peso	Absorción	Peso	Absorción	Peso	Absorción	Peso	Absorción
		1	n	6	n	12	n	24	n
		Hora		Hora		Hora		hora	
		s	%	s	%	s	%	s	%
	N	gr		gr		gr		gr	
1		7900							
2		7700							
3		7900							
4		7500							
5		7500							
6		8000							
Promedio		7,750.0							
o		0							

Tabla 28. Datos de la evaluación de absorción, en el adobe con 3 % de tiras de PET

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.									
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto					Fecha: 10/12/2023				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Absorción					Prueba Nro.19				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani									
ENSAYO DE ABSORCIÓN – ADOBE CON 3% DE PET									
Espécimen	Peso Seco	Peso	Absorción	Peso	Absorción	Peso	Absorción	Peso	Absorción
		1	n	6	n	12	n	24	n
		Hora		Hora		Hora		hora	
		s	%	s	%	s	%	s	%
	N	gr		gr		gr		gr	
1		8150							
2		7900							
3		7950							
4		8050							
5		8000							
6		8100							
Promedio		8,025.0							
o		0							

Succión

Recursos

- Adobe control (25 gr de paja).
- Adobe con PET 1 %, 2 % y 3 % (75gr, 150gr y 225gr).
- Recipiente.
- Bascula.
- Agua potable.
- Cronometro.

Proceso

Se tomó en referencia la, (NTP 399.613, 2005).

- Primero: se procede a llenar el lavatorio con líquido, el área de contacto se sumergido una de las caras del adobe es tres milímetros, el área de contacten (cuñas).
- Segundo: se procede a pesar los adobes seleccionados.
- Tercero: se procede colocar dos cuñas dentro del lavatorio a una longitud de 22 cm y se adiciona agua hasta pasar 3mm a las cuñas.
- Cuarto: se procede a poner los adobes dentro del lavatorio por el tiempo de 1 minuto.
- Cuarto: se procede finalmente sacar los adobes y registras sus pesos (21).



Figura 88. Pesado del adobe control y con tiras de PET en el 1 %, 2 % y 3 %.



Figura 89. Succión, en el adobe control y el 1 % de tiras de PET sobre las dos cuñas durante 60 segundos.



Figura 90. Succión en el adobe con el 2 % y 3 % de tiras de PET sobre las dos cuñas durante 60 segundos.



Figura 91. Pesando nuevamente los adobes después de la succión de 60 segundos el adobe control y los con tiras de PET al 1 %, 2 % y 3 %.

Datos de la evaluación

Tabla 29. Datos de la evaluación de succión, en el adobe control.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.							
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 10/12/2023							
suelos y concreto							
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro. 20							
Succión							
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani							
ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE CONTROL							
Espécimen	Peso Seco	Largo	Ancho	Área	Tiempo de Succión	Peso con agua succionada	Succión
N	gr	cm	cm	cm	min	gr	Gr/min/200cm ²
1	7560	33.20	16.50		1	7590	
2	7520	32.40	16.60		1	7549	
3	7450	33.00	15.80		1	7480	
4	7800	32.80	15.90		1	7825	
5	7780	33.10	16.20		1	7825	
6	7450	33.00	16.70		1	7472	
Promedio							

Tabla 30. Datos de evaluación de succión, en el adobe con 1 % de tiras de PET.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.							
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 10/12/2023							
suelos y concreto							
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro.21							
Succión							
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani							
ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE CON 1% DE PET							
Espécimen	Peso Seco	Largo	Ancho	Área	Tiempo de Succión	Peso con agua succionada	Succión
N	gr	cm	cm	cm	min	gr	Gr/min/200cm ²
1	7580	33.10	16.70		1	7610	
2	7800	32.50	16.60		1	7850	
3	7200	33.10	16.40		1	7230	
4	7400	33.00	16.30		1	7438	
5	7800	32.80	16.00		1	7841	
6	7950	32.90	15.80		1	8032	
Promedio							

Tabla 31. Datos de la evaluación de succión, en el adobe con 2 % de tiras de PET.



 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.							
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 10/12/2023							
suelos y concreto							
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro.22							
Succión							
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani							
ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE CON 2% DE PET							
Espécimen	Peso Seco	Largo	Ancho	Área	Tiempo de Succión	Peso con agua succionada	Succión
N	gr	cm	cm	cm	min	gr	Gr/min/200cm ²
1	7900	32.90	16.50		1	7955	
2	7700	33.00	16.00		1	7738	
3	7900	33.15	16.30		1	7956	
4	7500	33.20	16.45		1	7563	
5	7500	33.15	16.80		1	7535	
6	8000	33.00	16.75		1	8068	
Promedio							

Tabla 32. Datos de la evaluación de succión, en el adobe con 3 % de tiras de PET.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.							
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 10/12/2023							
suelos y concreto							
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro. 23							
Succión							
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani							
ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE CON 3% DE PET							
Espécimen	Peso Seco	Largo	Ancho	Área	Tiempo de Succión	Peso con agua succionada	Succión
N	gr	cm	cm	cm	min	gr	Gr/min/200cm ²
1	8150	33.10	16.40		1	8198	
2	7900	33.15	16.50		1	7967	
3	7950	33.20	16.60		1	8000	
4	8050	32.90	16.40		1	8100	
5	8000	33.10	16.70		1	8063	
6	8100	33.10	16.75		1	8173	
Promedio							

Erosión acelerada (Swinburne SAET)

Recursos

- Equipo Saet
- Adobe control (25 gr de paja).
- Adobe con PET 1 %, 2 % y 3 % (75gr, 150gr y 225gr).
- Transportador.
- Agua potable.

Proceso

Se basó en la Norma Española UNE (41410, 2008).

- Primero: se procede colocar el adobe con un Angulo de veintisiete grados con respecto al eje de la base horizontal.
- Segundo: se procede soltar agua de un tanque en forma continua sobre el adobe de una manguera de cinco milímetros de diámetro, cuya cabecera está a 150 centímetros sobre la cara del espécimen en lapso de diez minutos.
- Tercero: se procede a medir la profundidad de las oquedades (D) con una varilla de tres milímetros de diámetro (30).



Figura 92. Ensayo Saet, del adobe control y con el 1 % de tiras de PET a un ángulo de 27° en el tiempo de 10 minutos.



Figura 93. Ensayo de la unidad de adobe al 2 % y 3 % de tiras de PET a un ángulo de 27, en el tiempo de 10 minutos.



Figura 94. Oquedad del adobe control y 1 % con tiras de PET.



Figura 95. Oquedad del adobe 2 % y 3 % con tiras de PET.

Datos de la evaluación

Tabla 33. Datos de la evaluación de erosión acelerada, en el adobe control.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 10/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Ensayo de erosión acelerada (Saet)					
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (SWINBURNE - SAET) DEL ADOBE CONTROL					
Espécimen	Caudal (ml/min)	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Resistencia	Resultados
1	628.3	10	30		
2	628.3	10	28		
3	628.3	10	22		
4	628.3	10	18		
5	628.3	10	18		
6	628.3	10	30		
PROMEDIO					

Tabla 34. Datos de la evaluación de erosión acelerada, en el adobe con 1 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 10/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Ensayo de erosión acelerada (saet)			Prueba Nro.25		
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (SWINBURNE -SAET) DEL ADOBE CON 1% DE PET					
Espécimen	Caudal (ml/min)	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Resistencia	Resultados
1	628.3	10	26		
2	628.3	10	22		
3	628.3	10	18		
4	628.3	10	18		
5	628.3	10	18		
6	628.3	10	24		
PROMEDIO					

Tabla 35. Datos de la evaluación de erosión acelerada, en el adobe con 2 % de tiras de PET.



 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 10/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Ensayo de erosión acelerada (Saet)			Prueba N: 26		
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (SWINBURNE -SAET) DEL ADOBE CON 2% DE PET					
Espécimen	Caudal (ml/min)	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Resistencia	Resultados
1	628.3	10	9		
2	628.3	10	10		
3	628.3	10	8		
4	628.3	10	10		
5	628.3	10	12		
6	628.3	10	9		
PROMEDIO					

Tabla 36. Datos de la evaluación de erosión acelerada, en el adobe con 3 % de tiras de PET.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar:		Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto	Fecha:		10/12/2023
Prueba de Laboratorio:		Prueba N: 28			
Ensayo de erosión acelerada (Saet)					
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (SWINBURNE -SAET) DEL ADOBE CON 3% DE PET					
Espécimen	Caudal (ml/min)	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Resistencia	Resultados
1	628.3	10	8		
2	628.3	10	7		
3	628.3	10	8		
4	628.3	10	7		
5	628.3	10	8		
6	628.3	10	8		
PROMEDIO					

Resistencia a la compresión

Recursos

- Adobe control (25 gr de paja).
- Adobe con PET 1 %, 2 % y 3 % (75gr, 150gr y 225gr).
- Máquina de compresión.
- Láminas de Neopreno
- Regla.

Proceso

Se basó según la, (NTP 399.613, 2005) y E 0.80.

- Primero: se procede hacer pulido de las caras en contacto.
- Segundo: se procede a poner láminas de acero en la máquina y luego se pone el adobe.
- Tercero: se procede poner los adobes en la maquina compresión y someterlas a compresión hasta ver una falla total (21).



Figura 96. Máquina de compresión y las muestras a ensayar.



Figura 97. Unidad ensayada de adobe control.



Figura 98. Unidad ensayada de adobe al 1 % de tiras de PET.



Figura 99. Unidad ensayada de adobe al 2 % de tiras de PET.



Figura 100. Unidad ensayada de adobe al 3 % de tiras de PET.

Datos de la evaluación

Tabla 37. Datos de la evaluación de resistencia a la compresión, en el adobe control


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 10/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la compresión Prueba Nro.29						
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE COMPRESION DEL ADOBE CONTROL						
Espécimen	Secado (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm²)
1	28	33.20	16.50	547.80	8,450.25	
2	28	32.40	16.60	537.84	7,820.50	
3	28	33.00	15.80	521.40	6,820.90	
4	28	32.80	15.90	521.52	6,610.90	
5	28	33.10	16.20	536.22	7,120.80	
6	28	33.00	16.70	551.10	8,800.20	
Promedio						

Tabla 38. Datos de la evaluación de resistencia a la compresión, en el adobe con 1 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 10/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la compresión				Prueba Nro. 30		
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE COMPRESION DEL ADOBE AL 1% DE PET						
Espécimen	Secado (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm²)
1	(días)	32.15	16.00	514.40	8,899.80	
2	28	33.20	16.20	537.84	8,020.10	
3	28	32.20	15.90	511.98	8,500.20	
4	28	31.50	16.30	513.45	7,821.50	
5	28	32.60	16.00	521.60	6,981.52	
6	28	32.50	16.20	526.50	6,520.90	
Promedio						

Tabla 39. Datos de la evaluación de resistencia a la compresión, en el adobe con 2 % de tiras de PET.



 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 10/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la compresión				Prueba Nro. 31		
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE COMPRESION DEL ADOBE AL 2% DE PET						
Espécimen	Secado (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm²)
1	(días)	32.50	15.80	513.50	8423.23	
2	28	32.20	16.20	521.64	7895.25	
3	28	31.50	15.90	500.85	8254.89	
4	28	32.20	16.30	524.86	8562.34	
5	28	31.20	16.00	499.20	8920.42	
6	28	30.50	16.20	494.10	8750.36	
Promedio						

Tabla 40. Datos de la evaluación de resistencia a la compresión, en el adobe con 3 % de tiras de PET.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 10/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la compresión			Prueba Nro.32			
Ejecutado por: Celso N. Huillca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE COMPRESION DEL ADOBE AL 3% DE PET						
Espécimen	Secado (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm²)
1	28	33.00	16.30	537.90	9,220.54	
2	28	32.50	16.00	520.00	9,540.22	
3	28	32.00	15.90	508.80	9,995.60	
4	28	32.80	15.80	518.24	8,420.58	
5	28	33.30	16.80	559.44	10,000.50	
6	28	32.50	16.60	539.50	10,220.25	
Promedio						

Resistencia a la flexión

Recursos

- Adobe control (25 gr de paja).
- Adobe con PET 1 %, 2 % y 3 % (75gr, 150gr y 225gr).
- Máquina de compresión.
- Regla.
- Dos cuñas de metal.

Proceso

Se basó de acuerdo a la, (NTP 339.078, 2012) y el ensayo de flexión para la ductilidad de metales rectangulares (ASTM E290).

- Primero: procedemos a elegir aleatoriamente los adobes a ensayar.
- Segundo: procedemos a realizar un pulido de las caras opuestas, con el propósito de una adecuada distribución de las cargas.
- Tercero: procedemos poner los apoyos y marcarlo la distancia entre ellos como base de los adobes a ensayar.

- iv. Cuarto: Procede poner base metálica en las marcas realizadas, el adobe este en la misma distancia de los apoyos.
- v. Quinto: Procede realizar ensayo flexión a la unidad hasta que falle y anotamos el resultado (31).

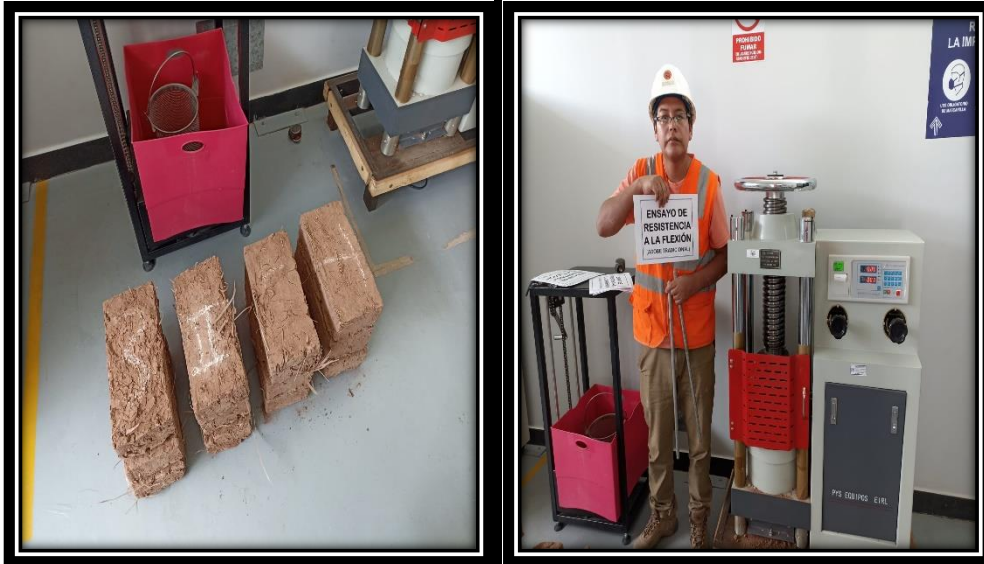


Figura 101. Muestra de los adobes, en los análisis de resistencia a la flexión y las varillas de soporte.



Figura 102. Prueba de resistencia a la flexión del adobe control.



Figura 103. Prueba de la resistencia a la flexión del adobe con el 1 % de tiras de PET.



Figura 104. Prueba de resistencia a la flexión del adobe con el 2 % de tiras de PET.



Figura 105. Prueba de la resistencia a la flexión del adobe con el 3 % de tiras de PET.

Datos de la prueba

Tabla 41. Datos de la prueba de resistencia a la flexión, en el adobe tradicional.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 10/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la flexión			Prueba Nro.33			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE FLEXION DEL ADOBE TRADICIONAL						
Espécimen	Secado (día)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm²)
1	28	33.20	16.50	8.30	145.20	
2	28	32.40	16.60	8.25	135.20	
3	28	33.00	15.80	8.20	140.50	
4	28	32.80	15.90	8.30	140.90	
5	28	33.10	16.20	8.20	145.20	
6	28	33.00	16.70	8.30	130.00	
Promedio						

Tabla 42. Datos de la evaluación de resistencia a la flexión, en el adobe con 1 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 10/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la flexión			Prueba Nro.34			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE FLEXION DEL ADOBE 1% de PET						
Espécimen	Secado (día)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm2)
1	28	33.20	16.50	8.30	180.50	
2	28	32.40	16.60	8.25	170.20	
3	28	33.00	15.80	8.20	180.00	
4	28	32.80	15.90	8.20	190.80	
5	28	33.10	16.20	8.25	200.90	
6	28	33.00	16.70	8.15	210.50	
Promedio						

Tabla 43. Datos de la evaluación de resistencia a la flexión, en el adobe con 2 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 10/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la flexión			Prueba Nro. 35			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE FLEXION DEL ADOBE 2% de PET						
Espécimen	Secado (día)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm2)
1	28	32.5	15.8	8.20	225.50	
2	28	32.2	16.2	8.25	220.50	
3	28	31.5	15.9	8.30	235.40	
4	28	32.2	16.3	8.25	215.50	
5	28	31.2	16	8.25	225.50	
6	28	30.5	16.2	8.30	200.50	
Promedio						

Tabla 44. Datos en la evaluación de resistencia a la flexión, en el adobe con 3 % de tiras de PET.



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.

Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto **Fecha:** 10/12/2023

Prueba de Laboratorio: Resistencia a la flexión **Prueba Nro.36**

Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

ENSAYO DE FLEXION DEL ADOBE 3% de PET

Especimen	Secado (día)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm ²)
1	28	33	16.3	8.30	240.50	
2	28	32.5	16	8.20	250.40	
3	28	32	15.9	8.30	230.10	
4	28	32.8	15.8	8.25	250.90	
5	28	33.3	16.8	8.25	220.50	
6	28	32.5	16.6	8.25	230.50	
Promedio						

3.4.4. Procesos y evaluación de datos

3.4.4.1. Proceso y evaluación de pruebas del suelo

Olor

Proceso

Las tres muestras elegidas se procedieron a poner en el recipiente metálico y olerlos cada una y anotarlos.

Tabla 45. *Evaluación de los datos de olor*

Existencia de olor (moho o rancio)				
	Cantidad (gr)	No existe	Sí, existe	Resultado
01	50.00	X		Apto
02	50.00		X	No apto
03	50.00	X		Apto

Evaluación

En la tabla 45, de las tres muestras obtenidas en campo, la pruebas 1 y 3 son aptas, porque no presentan un olor desagradable o rancio, mientras la muestra 2 el olor es rancio y desagradable, por presencia materia orgánica, lo cual no es apto.

Color

Proceso

Las tres muestras elegidas se procedieron a poner en el recipiente metálico y observar el color en cada una y anotarlos.

Tabla 46. *Evaluación de los datos de color.*

Prueba de color				
Muestra	Cantidad (gr)	Suelo orgánico (de colores parda, verdes y negra)	Suelo inorgánico (sus colores varía desde el gris claro hasta el muy oscuro)	Resultado
01	50.00		X	Apto
02	50.00	X		No apto
03	50.00		X	Apto

Evaluación

En la tabla 46, de las tres muestras obtenidas en campo, la pruebas 1 y 3 son aptas porque presentan un color gris claro porque se trata de un suelo inorgánico, mientras la muestra 2 presenta un color negro de material orgánico, por consiguiente, no es apta.

Tacto de la tierra

Proceso

Las tres muestras elegidas se procedieron a poner en el recipiente metálico y palpar cada una y anotarlos.

Tabla 47. *Evaluación de los datos de tacto de la tierra*

Prueba de textura de la tierra			
Muestra	Cantidad (gr)	Tamaño	Resultado

		Grande (<i>in situ</i>)	Pequeño (<i>in situ</i>)	Pequeño (cernido)	
01	50.00		X	X	Apto
02	50.00	X			No apto
03	50.00		X	X	Apto

Evaluación

En la tabla 47, de las tres muestras obtenidas en campo, las pruebas 1 y 3 son aptas porque tienen un tamaño menor a 5 mm que nos exige la norma E.080 y la muestra 2 tiene tamaños mayores a 5 mm, por lo que no es apto.

Botella

Proceso

En una botella plástica reciclada de 2.25 litros ya cortada rellenamos 15 cm de tierra y luego procedemos rellenar con agua, después procedemos agitar y luego reposar por 24 horas y después de este tiempo podemos observar y medir la cantidad de arena, limo y arcilla.

En el resultado, lo ideal es que la medida de la arena y limos más arcilla este en la proporción 2 a 1.

Tabla 48. *Evaluación de los datos de la botella.*

Prueba de la botella (granulometría)					
Muestra	Cantidad (gr)	Tamaño			Resultado
		Altura de Arena (cm)	Altura de Limo (cm)	Altura de Arcilla (cm)	
01	1000.00	9.90	3.50	1.60	Apto
02	1000.00	13.00	2.50	0.50	No apto
03	1000.00	10.00	2.80	2.20	Apto

Evaluación

En la tabla 48, las tres muestras obtenidas en campo, la 1 y la 3 son aptas, debido a que su medida se acerca en la proporción de arena y limo más arcilla, de 2 a 1, la muestra 2 no es apta por que no está en la proporción.

Cinta de barro

Proceso

- Se modela un rollo de tierra húmeda con un diámetro de 1.5 cm, procedemos aplastar el rollo con la mano hasta que llegue a 4 mm de diámetro un total de 3 bolitas para la prueba, se sostiene con la mano y la muestra va en dirección hacia abajo y que se rompa por gravedad.
- Finalmente se mide la distancia de rotura de la cinta de barro y verificar los casos siguientes:
- Suelo arenoso (no apto): Con longitud de 0 a 5 cm
- Suelo arcillo y arenosa (apto): Con longitud de 5 a 15 cm
- Suelo arcilloso (no apto): Con longitud de 15 cm, a más

Tabla 49. Evaluación de los datos de cinta de barro

Prueba de cinta de barro				
Muestra	Cantidad (gr)	Tamaño		Resultado
		Arenosa	Arcilla-Arenoso	
		(tamaño: entre 0-5 cm)	(tamaño: Entre 5-15 cm)	(tamaño: Mayor a 15 cm)
01	500.00		10.00	Apto
02	500.00	4.00		No apto
03	500.00		11.50	Apto

Evaluación

En la tabla 49, de las muestras obtenidas en campo, la 1 y la 3 son aptas, debido a que tienen las medidas de 10 cm y 11.5 cm y está en el intervalo 5-15 cm de arcilla-arenoso, la muestra 2 mide 4 cm no es apta porque su tamaño esta entre el intervalo de 0-5 cm de arena.

Bola (resistencia)

Proceso

- Se forma un rollo de un diámetro de 4.5 cm con tierra húmeda 4 bolitas, Procedemos secar el tiempo de 48 horas y a presionar con los dedos para analizar los casos siguientes:
- Resistencia muy baja (no apta): la bolita de barro seca se aplasta con facilidad.
- Resistencia alta o resistencia media (apta): la bolita de barro seca se aplasta ofrece resistencia o se quiebra con un sonido seco.

Tabla 50. *Evaluación de los datos de resistencia*

Prueba de la Bola (Resistencia)					
Muestra	Cantidad (gr)	Tamaño			Resultado
		Si existe Presencia de arcilla	No existe presencia de arcilla	La bola se rompe	
01	200.00	X		No	Apto
02	200.00		X	Sí	No apto
03	200.00	X		No	Apto

Evaluación

En la tabla 50 en la evaluación, de la muestra 1 y 3 son óptimas porque tienen presencia de arcilla, además la bolita se aplastada con dificultad, mientras muestra 2, no existe presencia de arcilla y se aplasta con facilidad.

3.4.3.2. Ensayos de laboratorio

Muestreo del suelo

Proceso

La muestra obtenida por el método del cuarteo, para el ensayo de granulometría y límite de Atterberg (líquido y plástico).

Tabla 51. *Evaluación de los datos del muestreo del suelo.*

			
UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.			
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto		Fecha: 05/11/2023	
Prueba de Laboratorio: Muestreo del suelo		Prueba Nro.	
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani			
MUESTREO DEL SUELO			
Muestra	Cantidad (gr)	Muestra Representativa (gr)	Cantidad Total (gr)
01	2200.00	2200.00	
02	1850.10		4399.20
03	2200.20		
04	2199.20	2199.20	

Evaluación


En la tabla 51, la muestra representativa es de 4399.20 gr. Para realizar los ensayos correspondientes de laboratorios.

Cantidad de humedad

Proceso

El contenido de humedad consiste en pesar las 3 taras vacías y después las tres taras con muestra humedad y anotarlas, después ponerlo 24 horas en el horno y pesarlas nuevamente y así obtener contenido de humedad mediante la resta del espécimen húmedo menos la muestra seca.

Tabla 52. Evaluación de los datos del contenido de humedad.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.			
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 04/12/2023 suelos y concreto			
Prueba de Laboratorio: Contenido de humedad Prueba Nro.			
Ejecutado por: Celso N. Huillca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani			
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Muestra	Cantidad (antes de poner al horno (gr))	Cantidad (después 24 horas en el horno (gr))	Cantidad Humedad (gr)
01	50.10	49.15	0.95
02	52.00	51.23	0.23
03	48.20	47.00	1.20

Evaluación

En la tabla 52, la cantidad de humedad en las tres muestras es variable, la muestra 01 tiene 0.95 gr seguido de la muestra 02 tiene 0.23 gr y finalmente la muestra 03 tiene más humedad que es 1.20 gr.

Límites de Atterberg (límite líquido y plástico)

Proceso

- i. Utilizando los datos disponibles, calculamos los límites líquido y plástico para la prueba, también el índice de plasticidad del material evaluado.
- ii. En el límite líquido, hallar el contenido de humedad correspondiente a la cantidad de golpes probados y luego calcule el límite líquido final, que es la cantidad de humedad de la muestra a los veinticinco golpes.
- iii. Para el límite de plasticidad, el cálculo de contenido de humedad para cada ensayo y el promedio de los dos determina el límite de plasticidad del material.

- iv. Una vez determinados los límites, determine el índice de plasticidad, que es la variación de los límites Atterberg, como se observa la siguiente tabla.

Tabla 53. *Evaluación de los datos del Límite de Atterberg (límite líquido).*


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.			
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto		Fecha: 04/12/2023	
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Limite Líquido.		Prueba Nro.:	
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani			
ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO			
Muestra	1	2	3
Numero de Golpes	30	25	20
Recipiente (Gr)	12.1	12.2	12.6
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo (Gr)	22	23	24.4
Peso de Recipiente + Suelo Seco (Gr)	21	21.5	22.4
Peso del Agua (Gr)	1	1.5	2
Peso de Recipiente	12.1	12.2	12.6
Peso del Suelo Seco (Gr)	8.9	9.3	9.8
Porcentaje de Humedad (%)	11.24	16.13	20.41

Tabla 54. Evaluación de los datos del límite de Atterberg (límite plástico).


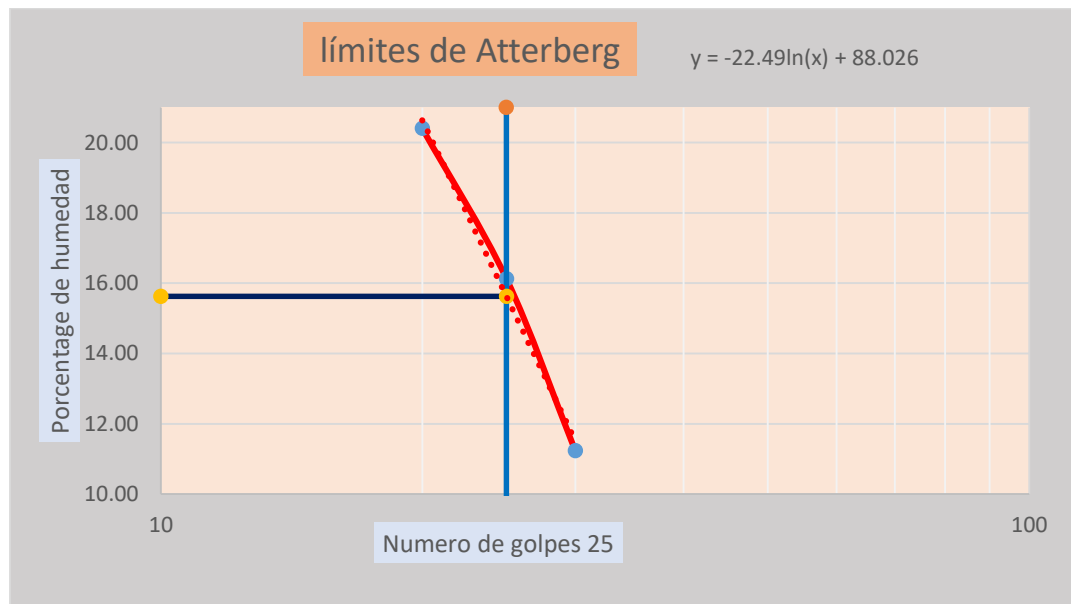
 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.		
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto		Fecha: 04/12/2023
Prueba de Laboratorio: Ensayo de limite Plástico.		Prueba Nro.
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani		
ENSAYO DE LIMITE PLASTICO		
Muestra	1	2
Recipiente (Gr)	12.1	12.2
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo (Gr)	25.7	15.5
Peso de Recipiente + Suelo Seco (Gr)	24.9	15.1
Peso del Agua (Gr)	0.80	0.40
Peso de Recipiente	12.10	12.20
Peso del Suelo Seco (Gr)	12.80	2.90
Porcentaje de Humedad (%)	6.25	13.79
Promedio	10.02	

Tabla 55. Límites de Atterberg.



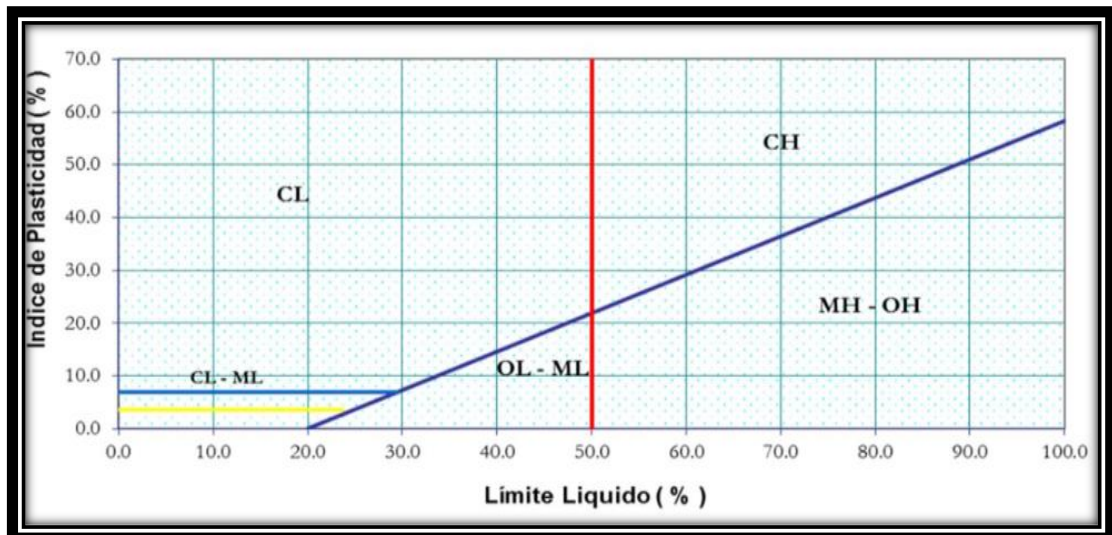
En la tabla 55, el gráfico de los datos del límite de Atterberg, que es el número de golpes (25), con el % de la humedad, lo cual da como resultado el límite líquido que es 15.63 %, en el ensayo del límite líquido.

Tabla 56. *Límite líquido y plástico*

Numero de golpes	Límite líquido
25	15.63 %
Límite plástico	
Promedio	10.02 %

En la tabla 56, el límite líquido resulta 15.36 %, luego de aplicar 25 golpes, que es hallado mediante la ecuación, $y = -22.49\ln(x) + 88.026$, de acuerdo con, (NTP 339.129, 1999). El límite plástico es 10.02 %, que resulta del promedio de los porcentajes de humedad en el ensayo del límite plástico.

Tabla 57. *Carta de plasticidad de Casa Grande (SUCS).*



El índice de plasticidad del suelo es la variación entre el límite líquido y plástico.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Tabla 58. *Límite de la consistencia.*

Límite de la consistencia	
Límite líquido	15.63 %
Límite plástico	10.02 %
Índice de plasticidad	5.61 %

Tabla 59. Según el sistema de clasificación SUCS.

El tipo de material según la gráfica de plasticidad SUCS.
CL-ML= Arcillas de plasticidad baja y limos, arenas finas.

Evaluación

En la tabla 59, al analizando los resultados del límite líquido y el índice de plasticidad, el tipo de material para realizar los adobes control y adobes adicionados con tiras de PET son arcillas de plasticidad baja y limos, arenas finas, que corresponden según la clasificación SUCS a CL-ML.

Granulometría

Proceso

- i. Se obtuvieron los pesos de los diferentes tamaños del suelo, que pasaron por las mallas de conforme al sistema de suelos (SUCS).
- ii. De los pesos obtenidos hallamos el % que se queda en cada tamiz.
- iii. Se prosigue a hallando el porcentaje que se quedó en cada tamiz y hallar el porcentaje que pasa por cada tamiz con lo cual se halla curva granulométrica.
- iv. Finalmente, se establece la clasificación del material de acuerdo con el sistema de clasificación de suelos AASHTO, basándose en el porcentaje que pasa a través de diversos tamices y en los límites de Atterberg.

Tabla 60. Evaluación de los datos de la granulometría.


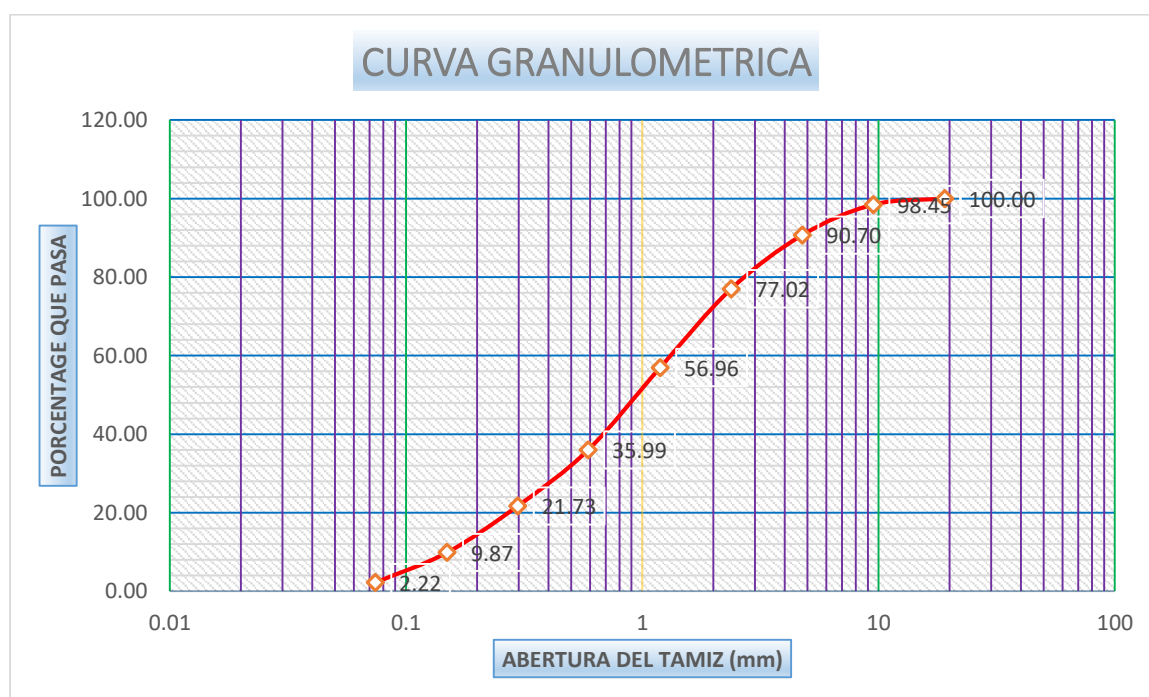
 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 04/12/2023					
suelos y concreto					
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro.					
granulometría					
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
GRANULOMETRÍA					
Tamiz (pulg.)	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje de Peso Retenido (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/4	19.05	0	0.00	0.00	100.00
3/8	9.5	8.52	1.55	1.55	98.45
N 4	4.76	42.5	7.75	9.30	90.70
N 8	2.38	75	13.68	22.98	77.02
16	1.19	110	20.06	43.04	56.96
30	0.59	115	20.97	64.01	35.99
50	0.297	78.2	14.26	78.27	21.73
100	0.149	65	11.85	90.13	9.87
200	0.074	42	7.66	97.78	2.22
Fondo		12.15	2.22	100.00	0.00

Tabla 61. Curva granulométrica del suelo.



En la tabla 61, la curva granulométrica del suelo la comprende la abertura del tamiz (mm) con el porcentaje que pasa (%).

Tabla 62. *Sistemas de clasificación AASHTO.*

Pegar desde

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b									
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx	- - 35 máx	- - 35 máx	- - 35 máx	- - 36 mín	- - 36 mín	- - 36 mín	- - 36 mín
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40	-	-	-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Límite líquido	-	-	-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx	-	NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

En la tabla 62, el sistema de clasificación de suelos AASHTO.

Tabla 63. *Sistema clasificación AASHTO A-2-4*

Clasificación de suelos	A-2-4.
AASHTO	
Suelos granulados arcillosos. Arenas y gravas con un alto contenido de finos.	

Evaluación

En la tabla 63, en el sistema de suelos AASHTO, el tipo de material es A-2-4 de suelos granulados arcillosos y arenas y gravas con un alto contenido de finos.

Alabeo

Proceso

- i. Concluido el ensayo del alabeo, se realiza el promedio de la muestra de adobe.
- ii. Y, por último, se realiza el alabeo promedio para cada ensayo.

Tabla 64. Evaluación de los datos del alabeo en el adobe control.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 12/12/2023 suelos y concreto					
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro. Alabeo					
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
ENSAYO DE ALABEO- ADOBE CONTROL					
ESPECIMEN Nro.	CARA A (mm)		CARA B (mm)		
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	
1	2.80	1.50	3.30	0.80	
2	3.60	2.00	2.20	1.60	
3	4.00	1.80	2.50	1.00	
4	3.90	1.50	3.00	1.80	
5	3.50	1.60	4.20	1.20	
6	2.50	2.40	3.40	1.50	
PROMEDIO	3.38	1.80	3.10	1.32	
PROMEDIO CONCAVIDAD				3.24	
PROMEDIO CONVEXIDAD				1.56	
ALABEO PROMEDIO				2.40	

Tabla 65. Evaluación de los datos del alabeo en el adobe con 1 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				
Fecha: 12/12/2023				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Alabeo				
Prueba N: 10				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani				
ENSAYO DE ALABEO- ADOBE CON 1% DE PET				
ESPECIMEN	CARA A (mm)		CARA B (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
Nro.				
1	3.00	2.00	3.50	1.20
2	3.40	2.00	3.80	1.50
3	3.00	2.00	3.50	1.20
4	4.00	1.80	2.50	1.40
5	3.80	1.80	3.80	1.60
6	3.70	1.60	3.50	1.80
PROMEDIO	3.48	1.87	3.43	1.45
PROMEDIO CONCAVIDAD			3.46	
PROMEDIO CONVEXIDAD			1.66	
ALABEO PROMEDIO			2.56	

Tabla 66. Evaluación de los datos del alabeo en el adobe con 2 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 12/12/2023 suelos y concreto				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro. Alabeo				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani				
ENSAYO DE ALABEO- ADOBE CON 2% DE PET				
ESPECIMEN Nro.	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
1	2.50	1.80	3.80	1.00
2	3.50	2.50	2.80	1.70
3	3.90	2.20	3.00	1.40
4	3.80	1.50	4.00	1.70
5	3.80	2.40	3.50	1.00
6	3.50	1.50	4.00	2.20
PROMEDIO	3.50	1.98	3.52	1.50
PROMEDIO CONCAVIDAD			3.51	
PROMEDIO CONVEXIDAD			1.74	
ALABEO PROMEDIO			2.63	

Tabla 67. Evaluación de los datos del alabeo en el adobe con 3 % de tiras de PET.

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto		Fecha: 12/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Alabeo		Prueba Nro.:		
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani				
ENSAYO DE ALABEO- ADOBE CON 3% DE PET				
ESPECIMEN Nro.	CARA A CONCAVO	CONVEXO	CARA B CONCAVO	CONVEXO
1	4.50	2.50	4.20	1.50
2	3.80	2.20	3.80	1.80
3	4.00	2.00	4.20	1.20
4	4.50	2.20	3.50	1.80
5	3.50	1.80	4.80	1.50
6	5.00	1.50	3.80	2.50
PROMEDIO	4.22	2.03	4.05	1.72
PROMEDIO CONCAVIDAD	4.13			
PROMEDIO CONVEXIDAD	1.88			
ALABEO PROMEDIO	3.00			

Tabla 68. Evaluación de los datos del ensayo de alabeo

ENSAYO DE LABORATORIO DEL ALABEO (mm)			
Tipo	Concavidad	Convexidad	promedio
Adobe control	3.24	1.56	2.40
Adobe con 1 % de PET	3.46	1.66	2.56
Adobe con 2 % de PET	3.51	1.74	2.63
Adobe con 3 % de PET	4.13	1.88	3.00

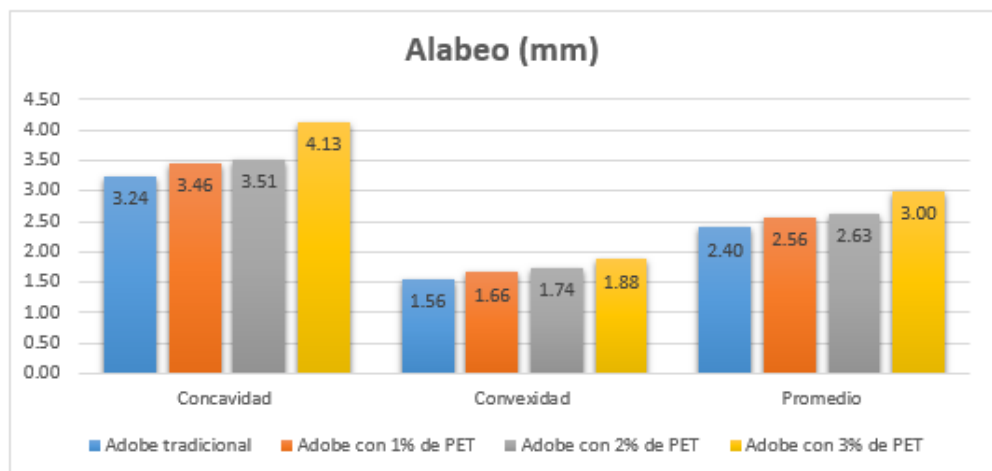


Figura 106. Evaluación de los datos del ensayo de alabeo.

Evaluación

En la tabla 68 en el ensayo, se analiza que presenta alabeo (cóncavo y convexo), el adobe control tiene un alabeo menor frente a los adobes mejorados con tiras de PET, cuanto más porcentaje de tiras de PET, hay más alabeo, también se debe gracias a las tiras de PET por su dimensión (10 a 30) cm x (2 a 5) mm x (0.1 a 0.33) mm.

Absorción

Proceso

Procedemos hallar el % de absorción para cada adobe y el promedio del porcentaje de absorción para cada adobe.

Con la siguiente expresión se calcula la absorción:

$$\text{Absorción (\%)} = ((100) (W_s - W_d)) / W_d$$

Se tiene:

- ❖ Absorción (%) = % de adsorción
- ❖ W_d = Peso seco de la muestra (gr)
- ❖ W_s = peso del adobe saturada (g) después de 24 horas de inmersión en agua fría si es necesario

Tabla 69. Evaluación de los datos de la absorción en el adobe tradicional.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.									
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto					Fecha: 13/12/2023				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Absorción					Prueba Nro.				
Ejecutado por: Celso N. Huillca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani									
ENSAYO DE ABSORCIÓN – ADOBE CONTROL									
Especimen	Peso Seco	Peso 1 Hora	Absorción n	Peso 6 Horas	Absorción n	Peso 12 Horas	Absorción n	Peso 24 horas	Absorción n
N	gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1	7560								
2	7520								
3	7450								
4	7800								
5	7780								
6	7450								
Promedio	7593.3								
o	3								

Tabla 70. Evaluación de los datos en la absorción en el adobe con 1 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.									
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto					Fecha:				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Absorción					Prueba Nro. 13/12/2023				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani									
ENSAYO DE ABSORCIÓN – ADOBE CON 1% DE PET									
Espécimen	Peso Seco	Peso 1 hora	Absorción %	Peso 6 hora	Absorción %	Peso 12 hora	Absorción %	Peso 24 hora	Absorción %
N	gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1	7580								
2	7800								
3	7200								
4	7400								
5	7800								
6	7950								
Promedio	7,621.								
o	67								

Tabla 71. Evaluación de los datos en la absorción en el adobe con 2 % de tiras de PET.



 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.									
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto					Fecha: 13/12/2023				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Absorción					Prueba Nro.				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani									
ENSAYO DE ABSORCIÓN – ADOBE CON 2% DE PET									
Espécimen	Peso Seco	Peso 1 Horas	Absorción %	Peso 6 Horas	Absorción %	Peso 12 Horas	Absorción %	Peso 24 horas	Absorción %
N	gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1	7900								
2	7700								
3	7900								
4	7500								
5	7500								
6	8000								
Promedio	7,750.00								

Tabla 72. Evaluación de los datos de la absorción en el adobe con 3 % de tiras de PET.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.									
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto					Fecha: 13/12/2023				
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Absorción					Prueba Nro.				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani									
ENSAYO DE ABSORCIÓN – ADOBE CON 3% DE PET									
Espécimen	Peso Seco	Peso 1 Horas	Absorción %	Peso 6 Horas	Absorción %	Peso 12 Horas	Absorción %	Peso 24 horas	Absorción %
Nro.	gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1	8150								
2	7900								
3	7950								
4	8050								
5	8000								
6	8100								
Promedio	8,025.00								

Evaluación

En la tabla 69, 70, 71 y 72, los adobes del grupo control a los 45 minutos de desmoronaron completamente y los adobes con el 1 % de PET a los 35 minutos, con el 2 % a los 32 minutos y con el 3 % a los 30 minutos se desmoronaron también completamente, antes de cumplir la hora del ensayo desarrollado, motivo por el cual no obtenemos ningún.

Succión

Proceso

- i. Con los resultados del ensayo de succión se determina la cantidad de líquido presente en el adobe. tradicional y adobe adicionado con PET (1 %, 2 % Y 3 %).
- ii. Calculamos la cantidad de succión con la siguiente expresión:

$$S=(200W) / (L*B)$$

Se tiene:

S = Succión normalizada a una superficie de doscientos cm².

W = Variación del peso de la muestra húmedo y seco en gramos.

L = Dimensión de la muestra en centímetros.

B=Ancho de la muestra en centímetros.

Tabla 73. Evaluación de los datos en la succión en el adobe tradicional.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.							
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 13/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Succión				Prueba Nro.			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani							
ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE CONTROL							
Espécimen	Peso Seco	Largo	Ancho	Área	Tiempo de Succión	Peso con agua succionada	Succión
N	gr	cm	cm	cm	min	gr	Gr/min/200cm ²
1	7560	33.20	16.50	547.8	1	7590	10.95
2	7520	32.40	16.60	537.84	1	7549	10.78
3	7450	33.00	15.80	521.4	1	7480	11.51
4	7800	32.80	15.90	521.52	1	7825	9.59
5	7780	33.10	16.20	536.22	1	7825	16.78
6	7450	33.00	16.70	551.1	1	7472	7.98
Promedio	7,593.33	32.92	16.28	535.98	1.00	7,623.50	11.27

Tabla 74. Evaluación de los datos de la succión, en el adobe con 1 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL							
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.							
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 13/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Succión				Prueba Nro.			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani							
ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE CON 1% DE PET							
Espécimen	Peso Seco	Largo	Ancho	Área	Tiempo de Succión	Peso con agua succionada	Succión
N	gr	cm	cm	cm	min	gr	Gr/min/200cm ²
1	7580	33.10	16.70	552.77	1	7610	10.85
2	7800	32.50	16.60	539.5	1	7850	18.54
3	7200	33.10	16.40	542.84	1	7230	11.05
4	7400	33.00	16.30	537.9	1	7438	14.13
5	7800	32.80	16.00	524.8	1	7841	15.63
6	7950	32.90	15.80	519.82	1	8032	31.55
Promedio	7,621.67	32.90	16.30	536.27	1.00	7,666.83	16.96

Tabla 75. Evaluación de los datos de la succión, en el adobe con 2 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.								
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto					Fecha: 13/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Succión					Prueba Nro.			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani								
ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE CON 2% DE PET								
Espécimen	Peso Seco	Largo	Ancho	Área	Tiempo de Succión	Peso con agua succionada	Succión	
N	gr	cm	cm	cm	min	gr	Gr/min/200cm ²	
1	7900	32.90	16.50	542.85	1	7955	20.26	
2	7700	33.00	16.00	528	1	7738	14.39	
3	7900	33.15	16.30	540.345	1	7956	20.73	
4	7500	33.20	16.45	546.14	1	7563	23.07	
5	7500	33.15	16.80	556.92	1	7535	12.57	
6	8000	33.00	16.75	552.75	1	8068	24.60	
Promedio	7,750.00	33.07	16.47	544.50	1.00	7,802.50	19.27	

Tabla 76. Evaluación de los datos en la succión en el adobe con 3 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.								
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto					Fecha: 13/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Succión					Prueba Nro.			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani								
ENSAYO DE SUCCIÓN DEL ADOBE CON 3% DE PET								
Espécimen	Peso Seco	Largo	Ancho	Area	Tiempo de Succión	Peso con agua succionada	Succión	
N	gr	cm	cm	cm	min	gr	Gr/min/200cm ²	
1	8150	33.10	16.40	542.84	1	8198	17.68	
2	7900	33.15	16.50	546.975	1	7967	24.50	
3	7950	33.20	16.60	551.12	1	8000	18.14	
4	8050	32.90	16.40	539.56	1	8100	18.53	
5	8000	33.10	16.70	552.77	1	8063	22.79	
6	8100	33.10	16.75	554.425	1	8173	26.33	
Promedio	8,025.00	33.09	16.56	547.95	1.00	8,083.50	21.33	

Tabla 77. Evaluación de los datos del ensayo de succión

ENSAYO DE LABORATORIO DE SUCCIÓN (GR/MIN/200CM2)				
Espécime	adobe	adobe con 1 % de	adobe con 2 % de	adobe con 3 % de
n	tradicional	PET	PET	PET
1	10.95	10.85	20.26	17.68
2	10.78	18.54	14.39	24.50
3	11.51	11.05	20.73	18.14
4	9.59	14.13	23.07	18.53
5	16.78	15.63	12.57	22.79
6	7.98	31.55	24.6	26.33
promedio	11.27	16.96	19.27	21.33

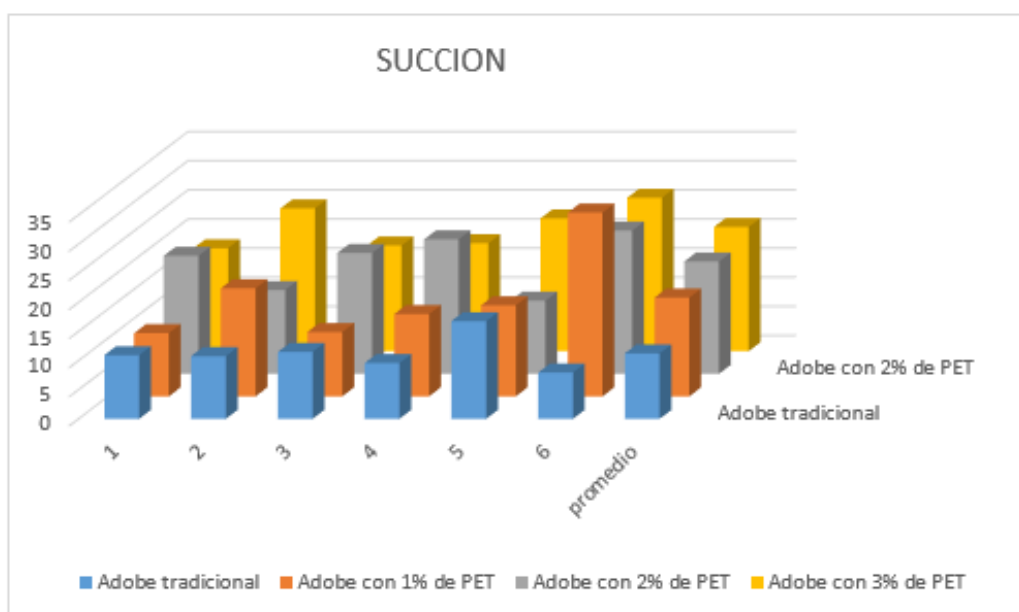


Figura 107. Evaluación de los datos del ensayo de succión.

Evaluación

En la tabla 77 en el ensayo succión, podemos apreciar que el adobe adicionado con tiras de PET al (1 %, 2 % y 3 %) tiene más porcentaje de adsorción en comparación al adobe control, debido a la cantidad y dimensiones de las tiras de PET, presentes en los porcentajes.

Erosión acelerada (swinburne SAET)

Proceso

Con los resultados obtenidos, se compara el nivel de la oquedad para los adobes tradicionales y adobes adicionados con tiras de PET, si obtiene la resistencia alta, media, baja o nula de acuerdo con la tabla, el porcentaje de adsorción lo realizamos mediante la expresión siguiente:

Tabla de criterios de resistencia

Tabla 78. *Erosión acelerada, criterios de resistencia*

Propiedad	Criterio	Resistencia
D = oquedad en mm (profundidad)	$0 > D > 5$	ALTA
	$5 > D > 10$	MEDIA
	$10 > D > 20$	BAJA
	$D > 20$	BAJA NULA

Propiedades de aceptación o rechazo de oquedad

Tabla 79. *Erosión acelerada, criterios de resistencia*

Propiedad	Criterio	Resultado
D = Profundidad de oquedad en mm	$0 \leq D \leq 10$	Bloque apto
	$D > 10$	Bloque no apto

Tabla 80. Evaluación de los datos en la erosión acelerada en el adobe tradicional.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar:		Laboratorio de		Fecha: 13/12/2023		
		pavimentos, suelos y				
		concreto				
Prueba de Laboratorio:		Prueba Nro.				
		Ensayo de erosión acelerada				
		(saet)				
Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (SWINBURNE -SAET) DEL ADOBE CONTROL						
Espécimen	Caudal (ml/min)	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Resistencia	Aceptación de oquedad	de
1	628.3	10	30	baja nula	no apto	
2	628.3	10	28	baja nula	no apto	
3	628.3	10	22	baja nula	no apto	
4	628.3	10	18	baja	no apto	
5	628.3	10	18	baja	no apto	
6	628.3	10	30	baja nula	no apto	
PROMEDIO			24.67 (mm)			

Tabla 81. Evaluación de los datos en la erosión acelerada en el adobe con 1 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 13/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Ensayo de erosión acelerada (saet)			Prueba Nro.			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (SWINBURNE -SAET) DEL ADOBE CON 1% DE PET						
Especimen	Caudal (ml/min)	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Resistencia	Aceptación de oquedad	de
1	628.3	10	26	baja nula	no apto	
2	628.3	10	22	baja nula	no apto	
3	628.3	10	18	baja	no apto	
4	628.3	10	18	baja	no apto	
5	628.3	10	18	baja	no apto	
6	628.3	10	24	baja nula	no apto	
PROMEDIO			21.00			

Tabla 82. Evaluación de los datos en la erosión acelerada en el adobe con 2 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 13/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Ensayo de erosión acelerada (saet)			Prueba Nro.			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (SWINBURNE -SAET) DEL ADOBE CON 2% DE PET						
Especimen	Caudal (ml/min)	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Resistencia	Aceptación de oquedad	de
1	628.3	10	9	media	apto	
2	628.3	10	10	media	apto	
3	628.3	10	8	media	apto	
4	628.3	10	10	media	apto	
5	628.3	10	12	baja	no apto	
6	628.3	10	9	media	apto	
PROMEDIO			9.67			

Tabla 83. Evaluación de los datos en la erosión acelerada en el adobe con 3 % de tiras de PET.



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS
Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.**

Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto **Fecha:** 13/12/2023

Prueba de Laboratorio: Prueba Nro. Ensayo de erosión acelerada (saet)

Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA (SWINBURNE -SAET) DEL ADOBE CON 3% DE PET

Espécimen	Caudal (ml/min)	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Resistencia	Aceptación de oquedad
1	628.3	10	8	media	apto
2	628.3	10	7	media	apto
3	628.3	10	8	media	apto
4	628.3	10	7	media	apto
5	628.3	10	8	media	apto
6	628.3	10	8	media	apto
PROMEDIO			7.67		

Tabla 84. Evaluación de datos de la erosión acelerada

Ensayo de erosión acelerada (Swinburne -Saet)				
Espécimen	adobe control	adobe con PET al 1 %	adobe con PET al 2 %	adobe con PET al 3 %
1	30	26	9	8
2	28	22	10	7
3	22	18	8	8
4	18	18	10	7
5	18	18	12	8
6	30	24	9	8
Promedio (mm)	24.33	21.00	9.67	7.67

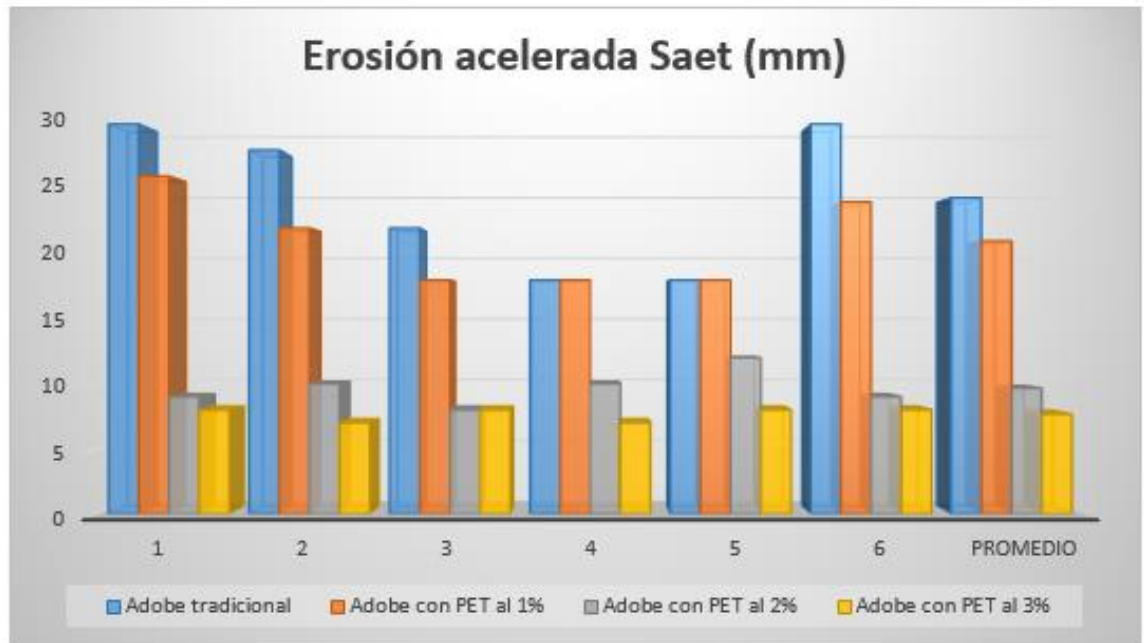


Figura 108. Evaluación de los datos de la Erosión acelerada.

Evaluación

En la tabla 84, la unidad de adobe control y el adobe con tiras de PET al 1 % tienen una oquedad similar, mientras el adobe con PET al 2 % y 3 % disminuye más la oquedad, debido al porcentaje y diferentes tamaños de tiras de PET, lo cual producirá menos erosión en el adobe control.

Resistencia a la compresión

Proceso

- i. Se calcula la resistencia a la compresión ($f'o$) con sus unidades kg/cm^2 .
- ii. Para obtener ($f'o$), se divide la carga (kg), entre el área del adobe control con la máquina de compresión.
- iii. Para concluir se halla el promedio de la resistencia a la compresión para cada adobe.

$$F'o = (CM)/A$$

Se tiene:

$F'o$: Resistencia a la compresión (kilogramos por centímetros cuadrados).

CM: Carga en kilogramos

A: Área en centímetros cuadrados

Tabla 85. Evaluación de los datos en la resistencia a la compresión en el adobe control.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 14/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la compresión						
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE COMPRESION DEL ADOBE CONTROL						
Espécimen	Secado (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm²)
1	28	33.20	16.50	547.80	8,450.25	15.43
2	28	32.40	16.60	537.84	7,820.50	14.54
3	28	33.00	15.80	521.40	6,820.90	13.08
4	28	32.80	15.90	521.52	6,610.90	12.68
5	28	33.10	16.20	536.22	7,120.80	13.28
6	28	33.00	16.70	551.10	8,800.20	15.97
Promedio		32.92	16.28	535.98	7,603.93	14.16

Tabla 86. Evaluación de los datos en la resistencia a la compresión en el adobe al 1 % de tiras de PET.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 14/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la compresión						
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE COMPRESION DEL ADOBE AL 1% DE PET						
Espécimen	Secado (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm²)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm²)
1	(días)	32.15	16.00	514.40	8,899.80	17.30
2	28	33.20	16.20	537.84	8,020.10	14.91
3	28	32.20	15.90	511.98	8,500.20	16.60
4	28	31.50	16.30	513.45	7,821.50	15.23
5	28	32.60	16.00	521.60	6,981.52	13.38
6	28	32.50	16.20	526.50	6,520.90	12.39
Promedio		32.36	16.10	520.96	7,790.67	14.97

Tabla 87. Evaluación de los datos en la resistencia a la compresión en el adobe al 2 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 14/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la compresión						
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE COMPRESION DEL ADOBE AL 2% DE PET						
Espécimen	Secado (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm²)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm²)
1	28	32.50	15.80	513.50	8423.23	16.40
2	28	32.20	16.20	521.64	7895.25	15.14
3	28	31.50	15.90	500.85	8254.89	16.48
4	28	32.20	16.30	524.86	8562.34	16.31
5	28	31.20	16.00	499.20	8920.42	17.87
6	28	30.50	16.20	494.10	8750.36	17.71
Promedio		31.68	16.07	509.03	8,467.75	16.65

Tabla 88. Evaluación de los datos en la resistencia a la compresión en el adobe al 3 % de tiras de PET.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 14/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la compresión						
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE COMPRESION DEL ADOBE AL 3% DE PET						
Espécimen	Secado (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm²)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm²)
1	28	33.00	16.30	537.90	9,220.54	17.14
2	28	32.50	16.00	520.00	9,540.22	18.35
3	28	32.00	15.90	508.80	9,995.60	19.65
4	28	32.80	15.80	518.24	8,420.58	16.25
5	28	33.30	16.80	559.44	10,000.50	17.88
6	28	32.50	16.60	539.50	10,220.25	18.94
Promedio		32.68	16.23	530.65	9,566.28	18.03

Tabla 89. Evaluación de datos de la resistencia a la compresión

Ensayo de resistencia a la compresión				
Espécimen	adobe control	adobe con PET al 1 %	adobe con PET al 2 %	adobe con PET al 3 %
1	15.43	17.3	16.4	17.14
2	14.54	14.91	15.14	18.35
3	13.08	16.6	16.48	19.65
4	12.68	15.23	16.31	16.25
5	13.28	13.38	17.87	17.88
6	15.97	12.39	17.71	18.94
Promedio	14.16	14.97	16.65	18.04

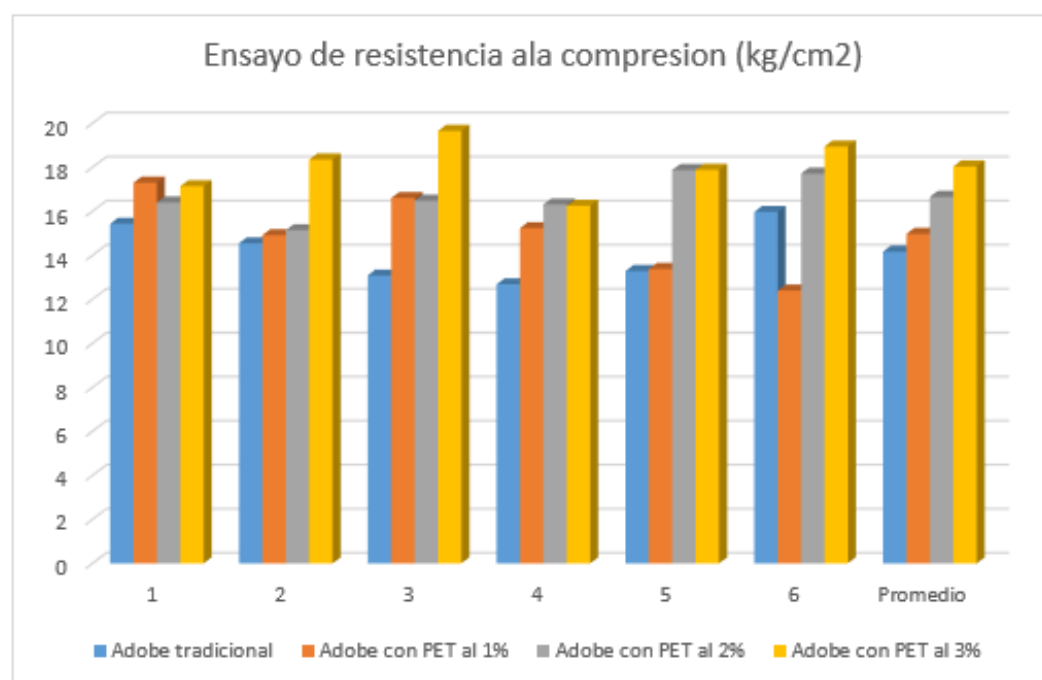


Figura 109. Evaluación de datos de la resistencia a la compresión.

Evaluación

En la tabla 89, el adobe control supera la resistencia establecida por la norma E.080, ya que su resistencia es de 14.16 kg/cm², mientras que la norma exige una resistencia mínima a la compresión de 10.20 kg/cm².

Los adobes con tiras de PET reciclado al 1 %, 2 % y 3 % también superan lo exigido por la norma E.080, presentan una mejora considerable en cuanto aumentamos el porcentaje de tiras de PET, estas resistencias obtenidas son las siguientes: al 1 % de 14.93 kg/cm², al 2 % de 16.65 kg/cm² y al 3 % de 18.04 kg/cm² y son superiores al adobe tradicional.

Resistencia a la flexión

Proceso

- i. Se calcula la resistencia a la flexión ($F'o$) con sus unidades kg/cm².
- ii. La resistencia a la flexión es igual al producto de tres veces por la carga y distancia entre los apoyos dividido entre 3 veces, por el ancho y por la altura al cuadrado del adobe control.
- iii. Luego se calcula de la resistencia a la flexión del adobe control.

$$F'o = (3PL) / (2B(H*H))$$

Dónde:

F'o: Fuerza de rotura (kilogramos por centímetros cuadrados)

P: Carga aplicada al adobe control en kilogramos

L: Distancia entre los apoyos en centímetros

B: Ancho del adobe control en centímetros

H: Altura del adobe control en centímetros

Tabla 90. *Evaluación de los datos en la resistencia a la flexión en el adobe control.*



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS
Y MECANICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.

Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto Fecha: 14/12/2023

Prueba de Laboratorio: Resistencia a la flexión Prueba Nro.

Ejecutado por: Celso N. Huillca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

ENSAYO DE FLEXION DEL ADOBE CONTROL

Espécimen	Secado (dia)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm ²)
1	28	33.20	16.50	8.30	145.20	6.36
2	28	32.40	16.60	8.25	135.20	5.82
3	28	33.00	15.80	8.20	140.50	6.55
4	28	32.80	15.90	8.30	140.90	6.33
5	28	33.10	16.20	8.20	145.20	6.62
6	28	33.00	16.70	8.30	130.00	5.59
Promedio		32.92	16.28	8.26	139.50	6.21



Tabla 91. Evaluación de los datos en la resistencia a la flexión en el adobe al 1 % de tiras de PET.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 14/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la flexion				Prueba Nro.		
Ejecutado por: Celso N. Huillca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE FLEXION DEL ADOBE 1% de PET						
Espécimen	Secado (dia)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm2)
1	28	33.20	16.50	8.30	180.50	7.90
2	28	32.40	16.60	8.25	170.20	7.69
3	28	33.00	15.80	8.20	180.00	8.13
4	28	32.80	15.90	8.20	190.80	8.23
5	28	33.10	16.20	8.25	200.90	9.02
6	28	33.00	16.70	8.15	210.50	9.54
Promedio		32.92	16.28	8.23	188.82	8.42

Tabla 92. Evaluación de los datos en la resistencia a la flexión en el adobe al 2 % de tiras de PET.

 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 14/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la flexion				Prueba Nro.		
Ejecutado por: Celso N. Huillca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE FLEXION DEL ADOBE 2% de PET						
Espécimen	Secado (dia)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm2)
1	28	32.5	15.8	8.20	225.50	10.35
2	28	32.2	16.2	8.25	220.50	9.66
3	28	31.5	15.9	8.30	235.40	10.15
4	28	32.2	16.3	8.25	215.50	9.38
5	28	31.2	16	8.25	225.50	9.69
6	28	30.5	16.2	8.30	200.50	8.22
Promedio		31.68	16.07	8.26	220.48	9.58

Tabla 93. Evaluación de los datos en la resistencia a la flexión en el adobe al 3 % de tiras de PET.


 UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 14/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la flexion				Prueba Nro.		
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE FLEXION DEL ADOBE 3% de PET						
Espécimen	Secado (dia)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm2)
1	28	33	16.3	8.30	240.50	10.60
2	28	32.5	16	8.20	250.40	11.35
3	28	32	15.9	8.30	230.10	10.08
4	28	32.8	15.8	8.25	250.90	11.48
5	28	33.3	16.8	8.25	220.50	9.63
6	28	32.5	16.6	8.25	230.50	9.95
Promedio		32.68	16.23	8.26	237.15	10.51

Tabla 94. evaluación de datos de la resistencia a la flexión.

Ensayo de resistencia a la flexión				
Espécimen	adobe control	adobe con PET al 1 %	adobe con PET al 2 %	adobe con PET al 3 %
1	6.36	7.9	10.35	10.6
2	5.82	7.69	9.66	11.35
3	6.55	8.13	10.15	10.08
4	6.33	8.23	9.38	11.48
5	6.62	9.02	9.69	9.63
6	5.59	9.54	8.22	9.95
Promedio	6.21	8.42	9.58	10.52

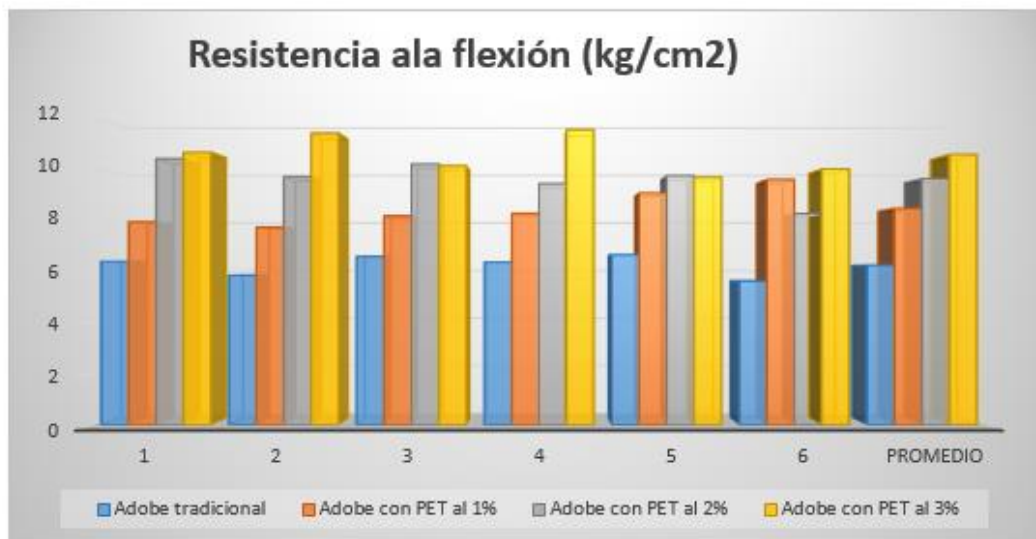


Figura 110. evaluación de datos de la resistencia a la flexión.

Evaluación

En la tabla 94, la unidad de adobe de control muestra una resistencia a la flexión inferior en comparación del adobe con PET al 1 %, 2 % y 3 %. La resistencia a la flexión del adobe control es de 5.59 kg/cm², mientras que el adobe con PET al 1 % tiene una resistencia de 9.54 kg/cm², el adobe con PET al 2 % de 8.22 kg/cm² y el adobe con PET al 3 % de 10.52 kg/cm².

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de Resultado

4.1.1 Resultado de la prueba en campo del suelo

Los resultados de las pruebas *in situ* del suelo.

Tabla 95. *Resumen del resultado de las pruebas en in situ*

Resultado de las pruebas <i>in situ</i> del suelo				
Ensayo	Prueba	01	02	03
1	Olor	Apto	No apto	Apto
2	Color	Apto	No apto	Apto
3	Tacto de la tierra (textura)	Apto	No apto	Apto
4	Botella (granulometría)	Apto	No apto	Apto
5	Cinta de barro	Apto	No apto	Apto
6	resistencia (prueba de bolita)	Apto	No apto	Apto

En la tabla 95, los resultados *in situ* de las distintas pruebas satisfacen los requisitos necesarios para las pruebas 1 y 3, las cuales son apropiadas tanto para la fabricación del adobe de control como para los adobes con tiras de PET al 1%, 2% y 3%.

4.1.2 Muestreo del suelo

Tabla 96. *Resultado del muestreo*

Cantidad total
muestra representativa
(gr)
4399.20

En la tabla 96, el peso total de la muestra representativa es de 4399.20 gramos y se destina a los distintos ensayos de laboratorio.

4.1.3. Contenido de humedad

Tabla 97. Resultado del contenido de humedad

Muestra	Cantidad humedad (gr)
01	0.95
02	0.23
03	1.20
Promedio	0.79

En la tabla 97, los niveles de humedad obtenidos de las tres muestras son 0.95, 0.23 y 1.20 gramos, con una media de 0.79 gramos.

4.1.4. Límites de Atterberg (líquido y plástico)

Tabla 98. Resultado de límites de Atterberg

Límites de Atterberg (%)	
Límite líquido	15.63
Límite plástico	10.02
Índice de plasticidad	5.61

En la tabla 98, al conocer los límites de consistencia líquida y plástica, se determina que el suelo bajo estudio exhibe una baja plasticidad, registrando un valor del 5.61%.

Tabla 99. Resultado tipo material según SUCS

El tipo de material según la gráfica de plasticidad SUCS.
CL-ML= Arcillas de plasticidad baja y limos, arenas finas.

En la tabla 99, la clase de suelo según la gráfica de plasticidad SUCS es CL-ML, que es arcillas de plasticidad baja y limos, arenas finas.

4.1.5. Granulometría

Tabla 100. *Resultado del sistema clasificación AASHTO*

Clasificación de suelos según AASHTO	A-2-4.
Suelos granulados arcillosos. Arenas y gravas con un alto contenido de finos.	

En la tabla 100, los resultados del análisis granulométrico, de acuerdo con la clasificación AASHTO, indican que el material es clasificado como A-2-4, lo que corresponde a suelos granulares con arcilla, arena y grava, con un contenido significativo de finos.

En la tabla 60, se obtiene la cantidad de arena que es 64.01 %, la cantidad de limo es 33.77 % y la cantidad de arcilla es 2.22 %, conforme a la regulación E.080, se establecen los siguientes rangos de porcentajes para los componentes: arena (55 a 70 %), limo (15 a 25 %) y arcilla (10 a 20 %)., con los resultados obtenidos la arena está en el porcentaje establecido por la norma, el limo y arcilla se aproximan a los límites.

4.1.6. Alabeo

Tabla 101. Resultado del ensayo de alabeo

Ensayo de alabeo (mm)	
Tipo	Promedio
Adobe tradicional	2.40
Adobe con 1 % de PET	2.56
Adobe con 2 % de PET	2.63
Adobe con 3 % de PET	3.00

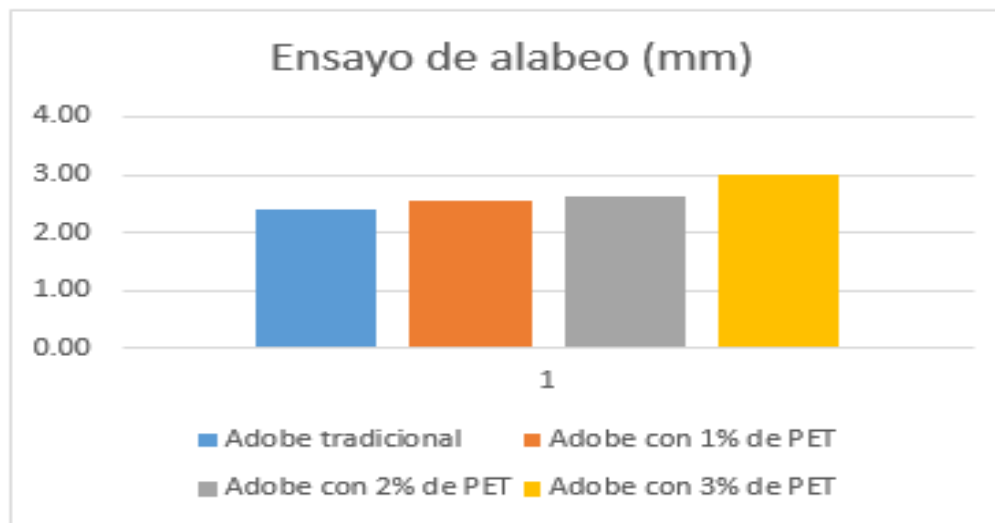


Figura 111. Resultado ensayo de alabeo.

En la tabla 101: el resultado del análisis revela que tanto los adobes control como la adición de tiras de PET reciclado (al 1 %, 2 % y 3 %) muestran deformaciones en forma de alabeo, es decir, curvaturas hacia adentro y hacia afuera. Se observa que los adobes con adición de tiras de PET presentan mayores deformaciones alabeo a medida que aumenta el porcentaje de PET añadido.

4.1.7. Absorción

Tabla 102. Resultado del ensayo de absorción

Ensayo de absorción	
Tipo	Promedio
Adobe tradicional	0.00 %
Adobe con 1 % de PET	0.00 %
Adobe con 2 % de PET	0.00 %
Adobe con 3 % de PET	0.00 %

ENSAYO DE ABSORCIÓN

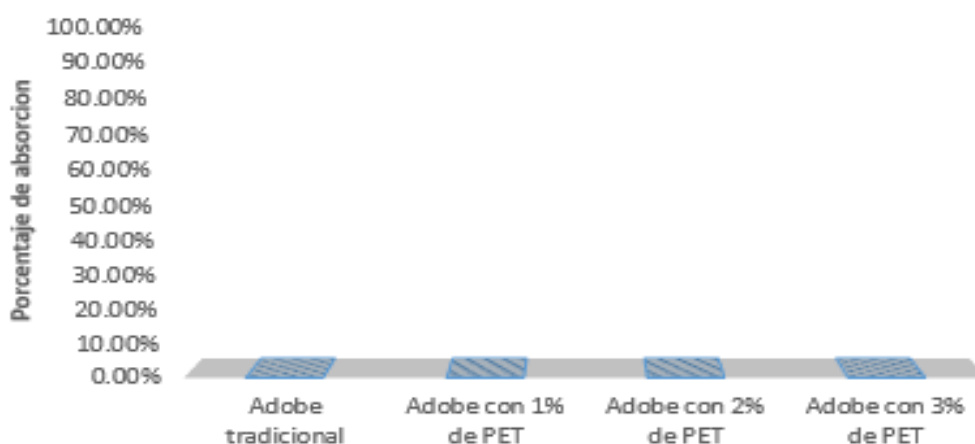


Figura 112. Resultados del ensayo de absorción.

En la tabla 102, el resultado del análisis de los adobes de control respecto a la prueba de absorción no arrojó resultados satisfactorios, ya que se desintegraron por completo a los 45 minutos. Por otro lado, los adobes adicionados con tiras de PET (1 %, 2 % y 3 %) se desintegraron antes de los 35 minutos.

4.1.8. Succión

Tabla 103. Resultado del ensayo de succión

Ensayo de laboratorio de succión (gr/min/200cm²)	
Tipo	Promedio
Adobe tradicional	11.27
Adobe con 1 % de PET	16.96
Adobe con 2 % de PET	19.27
Adobe con 3 % de PET	21.33

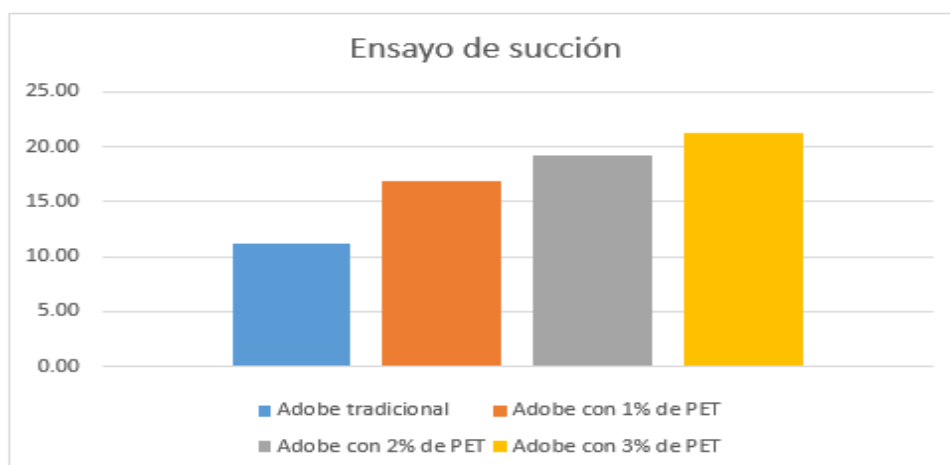


Figura 113. Resultado del ensayo de Succión.

En la tabla 103, el adobe control y los adobes mejorados con tiras de PET (al 1 %, 2 % y 3 %) muestran los siguientes resultados de succión: 11.27 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados en el adobe control, mientras que en los adobes mejorados con un 1 % es de 16.96 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados, con un 2 % es de 19.27 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados, y con un 3 % es de 21.33 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados.

4.1.9. Erosión acelerada (Swinburne-Saet)

Tabla 104. Resultado del ensayo de erosión acelerada

Ensayo de erosión acelerada (Swinburne-Saet)	
Espécimen	Promedio (mm)
Adobe control	24.33
Adobe con PET al 1 %	21.00
Adobe con PET al 2 %	9.67
Adobe con PET al 3 %	7.67

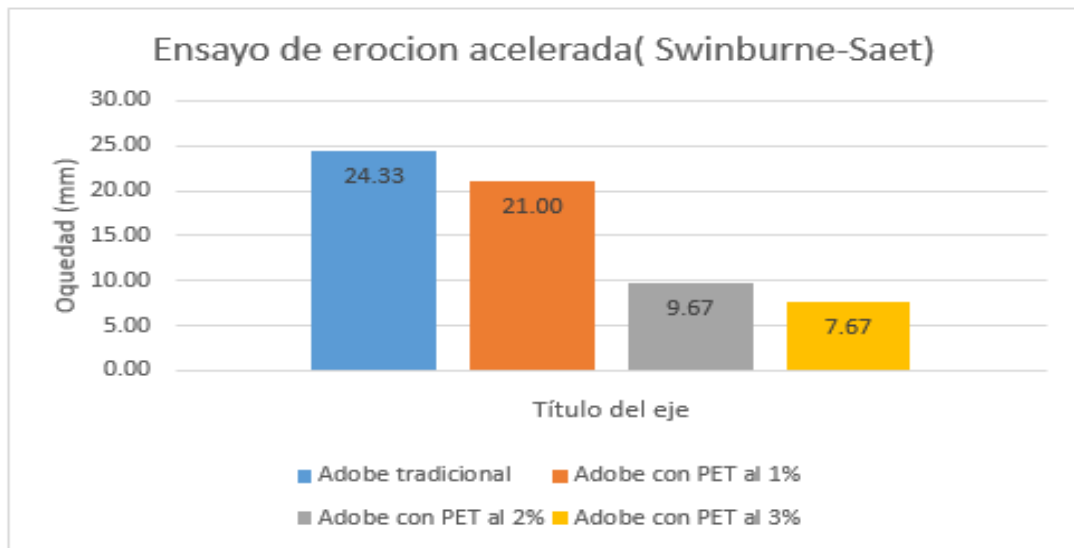


Figura 114. Resultado del ensayo de erosión acelerada.

En la tabla 104, los resultados llegados en los adobes control y los adobes adicionado con tiras de PET reciclado al 1 %, 2 % y 3 %, el adobe tradicional con 24.33 mm, el adobe con 1 % de tiras de PET con 21.00 mm, el adobe con 2 % de tiras de PET con 9.67 mm y el adobe con 3 % de tiras de PET con 7.67mm, de oquedad.

4.1.10. Resistencia a la compresión

Tabla 105. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión

Ensayo de resistencia a la compresión	
Espécimen	Promedio (kg/cm ²)
Adobe control	14.16
Adobe con PET al 1 %	14.97
Adobe con PET al 2 %	16.65
Adobe con PET al 3 %	18.04

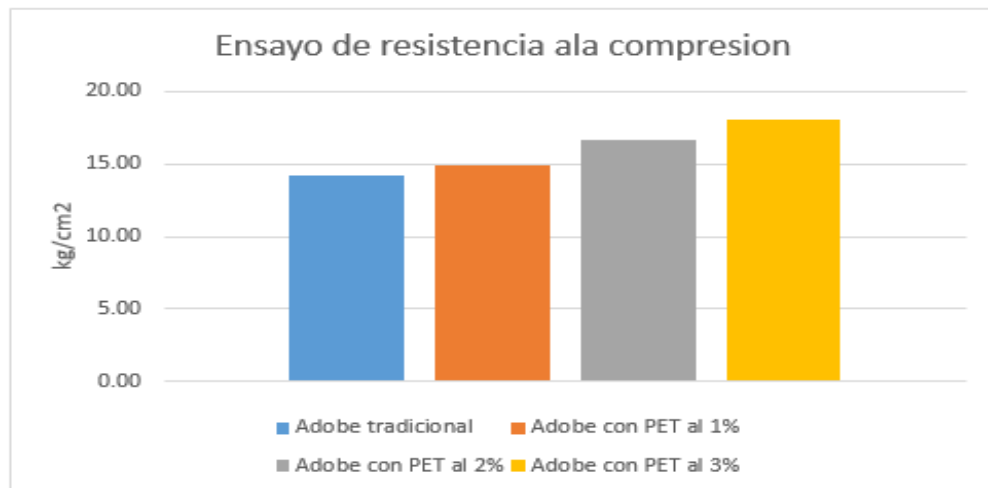


Figura 115. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

En la tabla 105, la norma E.080 establece que la resistencia a la compresión mínima aceptable es de 10.2 kg/cm². Los resultados obtenidos son los siguientes: el adobe de control alcanza los 14.16 kg/cm², el adobe con un 1 % de tiras de PET alcanza los 14.97 kg/cm², el adobe con un 2 % de tiras de PET alcanza los 16.65 kg/cm², y el adobe con un 3 % de tiras de PET alcanza los 18.04 kg/cm².

4.1.11. Resistencia a la flexión

Tabla 106. Resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

Ensayo de resistencia a la flexión	
Espécimen	Promedio (kg/cm ²)
Adobe control	6.21
Adobe con PET al 1 %	8.42
Adobe con PET al 2 %	9.58
Adobe con PET al 3 %	10.52

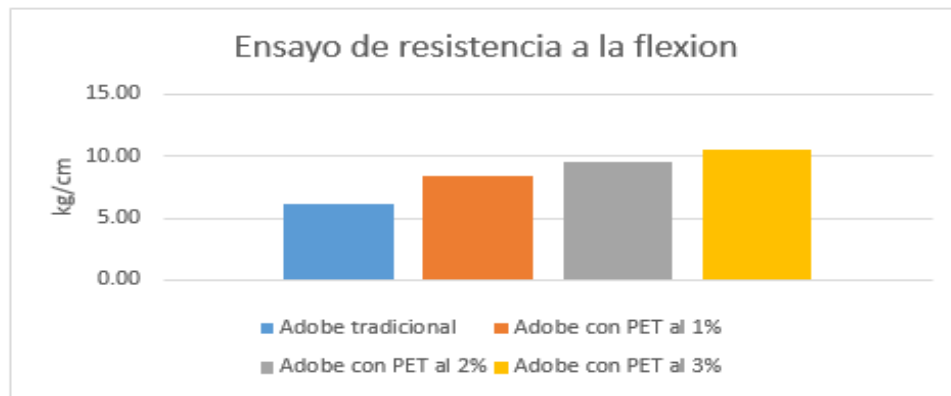


Figura 116. Resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

La tabla 106, la resistencia a la flexión de los adobes control es de 6.21 kg/cm², mientras que los adobes con un 1 % de tiras de PET alcanzan los 8.42 kg/cm², los adobes con un 2 % de tiras de PET alcanzan los 9.58 kg/cm², y los adobes con un 3 % de tiras de PET alcanzan los 10.52 kg/cm².

Tabla 107. Cuadro resumen de los ensayos de laboratorios.

Ensayos de laboratorio	Adobe control y con tiras de PET al 1 %, 2 % y 3 %				
	Promedio adobe control (tradicional)	Promedio Con tiras de PET 1 %	Promedio Con tiras de PET 2 %	Promedio Con tiras de PET 3 %	Variación (del adobes tiras de PET al 3 % y adobe control)
Alabeo (mm)	2.40	2.56	2.63	3.00	0.60
Absorción (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Succión Gr/min/200cm²	11.27	16.96	19.27	21.33	10.06
Erosión acelerada (mm)	24.33	21	9.67	7.67	16.67
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	14.16	14.97	16.65	18.03	3.87
Resistencia a la flexión (kg/cm²)	6.21	8.42	9.58	10.51	4.30

Tabla 108. *Porcentaje de mejora (porcentaje de variación), con tiras de PET, respecto al adobe control.*

Ensayos de laboratorio	Mejoras Con tiras de PET al 1 %	Mejoras Con tiras de PET al 2 %	Mejoras Con tiras de PET al 3 %	Norma
Alabeo (mm)	6.67 %	9.58 %	25 %	NTP 399.613, 2005
Absorción (%)	0 %	0 %	0 %	NTP 399.613, 2005
Succión gr/min/200cm²	50.54 %	71.06 %	89.33 %	NTP 399.613, 2005
Erosión acelerada (mm)	13.70 %	60.27 %	68.49 %	Norma Española UNE (41410, 2008)
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	5.68 %	17.57 %	27.34 %	(NTP 399.613, 2005)
Resistencia a la flexión (kg/cm²)	35.52 %	54.15 %	69.28 %	(NTP 339.078, 2012) y (ASTME290)

En la tabla 107 y 108, se evidencia el ensayo de alabeo, donde se observa un incremento de 2.40 mm a 2.56 mm, representando un aumento del 6.67 % luego de agregar un 1 % de tiras de PET, como se muestra en las tablas 107 y 108. Además, se observa un aumento de 2.56 mm a 2.63 mm, lo que representa un aumento del 9.58 % luego de agregar un 2 % de tiras de PET. En la misma tabla, se registra un aumento de 2.63 mm a 3.00 mm, lo que representa un aumento del 25 % después de agregar un 3 % de tiras de PET.

En cuanto al ensayo de absorción, se observa en las tablas 107 y 108 que tanto el adobe control como los adobes mejorados con tiras de PET no logran cumplir con los estándares. El adobe control se desintegra por completo antes de los 45 minutos de inmersión en agua, al igual que los adobes mejorados, que se desintegran antes de los 35 minutos.

En las tablas 107 y 108, se evidencia el ensayo de succión, donde se registra un incremento de 11.27 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados a 16.96 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados, representando un aumento del 50.54 % después de agregar un 1 % de tiras de PET. Luego, en la misma tabla, se observa un aumento

de 16.96 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados a 19.27 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados, lo que representa un aumento del 71.06 % después de agregar un 2 % de tiras de PET. Finalmente, también en las tablas 107 y 108, se constata un aumento de 19.27 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados a 21.33 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados, lo que indica un incremento del 89.33 % después de agregar un 3 % de tiras de PET.

Además, en las tablas 107 y 108 se registra el ensayo de erosión acelerada, donde se evidencia una reducción de 24.33 mm a 21.00 mm, representando un decrecimiento del 13.70 % después de añadir un 1 % de tiras de PET. Asimismo, en la misma tabla, se constata una disminución de 21.00 mm a 9.67 mm, lo que equivale a un decrecimiento del 60.27 % después de agregar un 2 % de tiras de PET. En la misma línea, se observa que hay una reducción de 9.67 mm a 7.67 mm, es decir, un decrecimiento del 68.49 % después de agregar un 3 % de tiras de PET.

Además, en las tablas 107 y 108 se registra el ensayo de resistencia a la compresión, donde se aprecia un aumento de 14.16 kg/cm² a 14.97 kg/cm², lo que equivale a un incremento del 5.68 % después de añadir un 1 % de tiras de PET. Del mismo modo, en la misma tabla, se observa un aumento de 14.97 kg/cm² a 16.65 kg/cm², es decir, un aumento del 17.57 % después de agregar un 2 % de tiras de PET. Finalmente, en la tabla 107 y 108, se evidencia un aumento de 16.65 kg/cm² a 18.03 kg/cm², representando un aumento del 27.34 % después de agregar un 3 % de tiras de PET.

De igual manera, en las tablas 107 y 108 se muestra el ensayo de resistencia a la flexión, donde se registra un aumento de 6.21 kg/cm² a 8.42 kg/cm², lo que representa un incremento del 35.52 % después de agregar un 1 % de tiras de PET. Asimismo, en la misma tabla, se observa un aumento de 8.42 kg/cm² a 9.58 kg/cm², es decir, un aumento del 54.15 % después de agregar un 2 % de tiras de PET. Además, en la tabla 107 y 108, se aprecia un aumento de 9.58 kg/cm² a 10.51 kg/cm², lo que equivale a un incremento del 69.28 % después de agregar un 3 % de tiras de PET.

4.2. Prueba de Hipótesis

De acuerdo con Hernández y otros, la prueba de hipótesis es un método cuantitativo que se lleva a cabo a través de un diseño de investigación. En este proceso, los datos se recopilan utilizando uno o más dispositivos de medición que son validados previamente. Posteriormente, estos datos encontrados son analizados e interpretados. (23).

Donde:

- H₀: El dato de la variable no cambia estadísticamente
- H₁: Los datos de las variables cambian estadísticamente

La estadística inferencial se utiliza para probar hipótesis.

Estadística inferencial

El propósito de la estadística inferencial es utilizar la información recopilada de una muestra para sacar conclusiones que proporcionen una justificación científica para la toma de decisiones, en otras palabras, La estadística inferencial se enfoca en analizar e interpretar resultados y conclusiones, así como en los resultados derivados del estudio de especímenes (23).

Prueba de la normalidad

La prueba de normalidad nos permite hallar si los datos siguen una distribución normal o si se desvían de esta. Según el resultado, se decide si es apropiado utilizar pruebas de hipótesis paramétricas, que infieren características de la población basándose en una muestra, o pruebas de hipótesis no paramétricas. (1).

Tenemos dos pruebas:

- Kolmogorov Smirnov ($n > 50$)
- Shapiro Wilk ($n \leq 50$)

Prueba de la normalidad según Shapiro-Wilk

Formulación de la hipótesis

Hipótesis nula: los datos se comportan como una distribución normal

Hipótesis alterna: Los datos no exhiben un comportamiento distribuido normalmente

Regla de decisión:

- Si $p(\text{Sig}) < \alpha$, entonces se rechaza la hipótesis nula
- Si $p(\text{Sig}) > \alpha$, entonces se acepta la hipótesis nula

Prueba de regresión lineal para la causalidad

La regresión se usa para la identificación de relaciones potencialmente causales, también permite predecir el comportamiento de una variable dependiente a partir de otra que es independiente.

$$Y = a + bX$$

Donde Y, es dependiente de X, donde Y es la variable dependiente y X es la variable independiente, a y b son constantes por definir, a continuación, y X es la variable sobre la cual se deben hacer las predicciones (32).

La presente investigación, para las pruebas de normalidad nos basaremos en Shapiro Wilk, se tiene menos de 50 datos y también los datos se procesarán SPSS.

Prueba de ANOVA

Este es un método estadístico utilizado para comparar las medidas de tres o más grupos y determinar si existen diferencias significativas entre ellos, con lo cual nos permite determinar si rechazamos la hipótesis nula o lo aceptamos la hipótesis alternativa y permite la selección del más óptimo.

4.2.1. Hipótesis general

H1. Las tiras de PET influirán significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

En cuanto a las propiedades físicas (alabeo, absorción y succión), los resultados obtenidos no fueron óptimos. En cambio, para las propiedades mecánicas (erosión acelerada, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión), los resultados sí fueron óptimos. Para verificar la hipótesis general, se desarrollaron las hipótesis generales (H1), y específicas relacionadas con las propiedades físicas (H2, H3 y H4) y mecánicas (H5, H6 y H7).

4.2.2. Hipótesis para verificar el alabeo

H2. Las tiras de PET influirán significativamente en el alabeo del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

Prueba de la normalidad según Shapiro-Wilk

Tabla 109. *Análisis de datos en la normalidad en el alabeo del adobe control y adobes con tiras de PET.*

Resultado en las pruebas de normalidad en el alabeo			
Adobe control y mejorado	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significancia
Adobe control	0.788	6	0.191
Adobe con tiras de PET al 1 %	0,857	6	0.054
Adobe con tiras de PET al 2 %	0.893	6	0.09
Adobe con tiras de PET al 3 %	0.891	6	0.069

Criterio de decisión:

- Cuando p es mayor que 0.05, indica una distribución normal.
- Cuando p es menor que 0.05, sugiere una distribución no normal.

En la tabla 109, en los resultados de la prueba de alabeo, las unidades de adobe control muestran una significancia de 0.191, mientras que el adobe con tiras de PET al 1% tiene una significancia de 0.054, el adobe con tiras de PET al 2% presenta una significancia de 0.090, y el adobe con tiras de PET al 3% tiene una significancia de 0.069. Como los niveles de significancia obtenidos son mayores a 0.05, se acepta la hipótesis nula, lo que indica una distribución normal. Por lo tanto, la prueba de hipótesis realizada es una prueba paramétrica.

Prueba de regresión lineal para la causalidad del alabeo

Tabla 110. Prueba de regresión lineal para el alabeo del adobe control y adobes mejorados.

Número de pruebas	Porcentaje de tiras de PET	Valor promedio	Variable independiente	Variable dependiente	Porcentaje de mejora respecto al adobe control
	(%)	(mm)	(X)	$y = 0.187X + 2.367$	(%)
1	0	2.40	0	2.37	0
2	1	2.56	1	2.55	17.16
3	2	2.63	2	2.74	25.73
4	3	3.00	3	2.93	34.31

De la tabla 110, en la prueba de regresión lineal del alabeo se observa que es una relación directa, positiva y creciente entre las variables independientes y dependientes, además presenta una pendiente positiva, cada vez que se aumenta en el 1 % de tiras de PET, al adobe sin paja aumenta en 0.187 mm de alabeo.

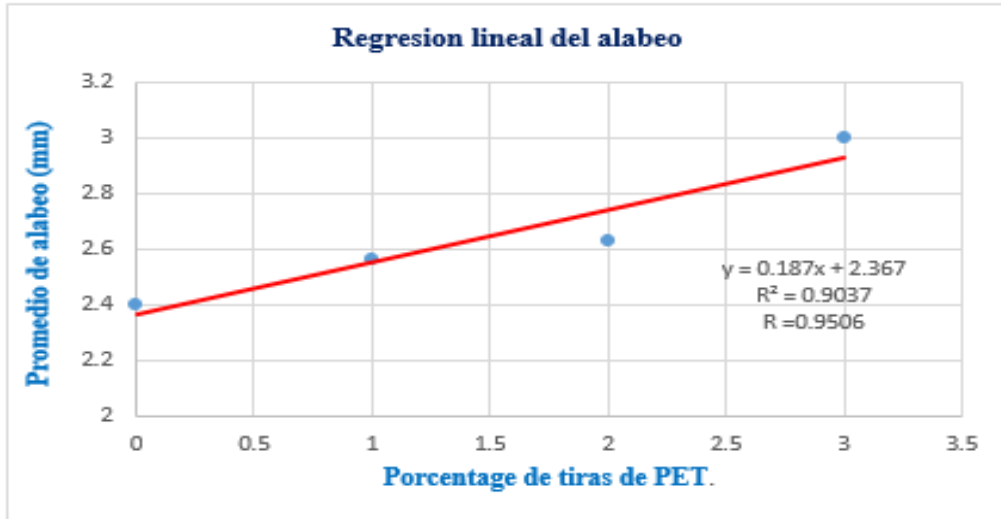


Figura 117. Regresión lineal del alabeo.

De la figura 117, la regresión lineal del alabeo, con los porcentajes de tiras de PET (1, 2 y 3) % y promedio del alabeo (mm), el coeficiente de determinación R^2 es 0.9037 indica que la recta tiene una bondad de 90.37 % y el coeficiente de correlación R es 0.9506 indica que la recta casi perfectamente lineal positivo.

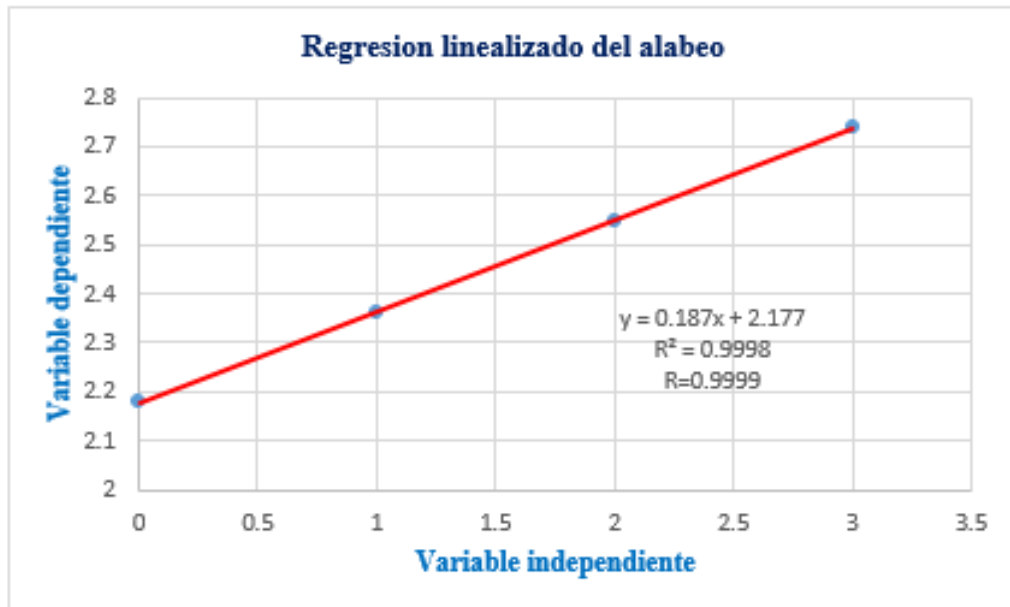


Figura 118. Regresión linealizado del alabeo.

De la figura 118. La regresión linealizado del alabeo, con la variable independiente y variable dependiente, el coeficiente de determinación R^2 es 0.9998 indica que la recta tiene una

bondad de 99.98 % y el coeficiente de correlación R es 0.9999 indica que la recta casi perfectamente lineal positivo.

Prueba de ANOVA

Tabla 111. *Análisis de ANOVA, en el alabeo del adobe control y adobe mejorado.*

Prueba de ANOVA, del adobe control y mejorados con tiras de PET, en el alabeo.					
Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Entre grupos	1.1815	3	0.3938	13.8166	0.000
Dentro de grupos	0.5701	20	0.0285		
Total	1.7516	23			

En los resultados presentados en la tabla 111, el valor de significancia es 0.000, lo que indica que es menor de 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se concluye que las tiras de PET tienen un impacto positivo en el alabeo del adobe mejorado.

4.2.2. Hipótesis para verificar la absorción

H3. Las tiras de PET influirán significativamente en la absorción del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

En la tabla 107 y 108, se observa el ensayo de absorción no se verificó, tanto para el adobe control y los adobes adicionados con tiras de PET, no se obtuvo datos en esta prueba, debido a que el adobe control se desintegró completamente antes de los 45 minutos de ser sumergida en el agua y los adobes mejorados se desintegraron antes de los 35 minutos.

4.2.3. Hipótesis para verificar la succión

H4. Las tiras de PET influirán significativamente en la succión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

Prueba de la normalidad según Shapiro-Wilk

Tabla 112. *Análisis de datos en la normalidad en la succión del adobe control y adobes con tiras de PET.*

Resultado en las pruebas de normalidad en la succión			
Adobe control y mejorado	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significancia
Adobe control	0.301	6	0.222
Adobe con tiras de PET al 1 %	0.252	6	0.076
Adobe con tiras de PET al 2 %	0.249	6	0.434
Adobe con tiras de PET al 3 %	0.275	6	0.228

Criterio de decisión:

- Cuando p es mayor que 0.05, indica una distribución normal.
- Cuando p es menor que 0.05, sugiere una distribución no normal.

En la tabla 112, los resultados de la succión del adobe control muestran una significancia de 0.222, mientras que el adobe con tiras de PET al 1% tiene una significancia de 0.076, el adobe con tiras de PET al 2% presenta una significancia de 0.434, y el adobe con tiras de PET al 3% tiene una significancia de 0.228. Dado que todos los niveles de significancia obtenidos son mayores a 0.05, se acepta la hipótesis nula, lo que indica una distribución normal. Por lo tanto, la prueba de hipótesis realizada es una prueba paramétrica.

Prueba de regresión lineal para la causalidad de la succión

Tabla 113. *Prueba de regresión lineal en la succión del adobe control y adobes mejorados.*

Número de pruebas	Porcentaje de tiras de PET	Valor promedio	Variable independiente	Variable dependiente	Porcentaje de mejora respecto al adobe control
	(%)	(mm)	(X)	$Y = 3.2502X + 12.33$	(%)
1	0	11.27	0	12.33	0
2	1	16.96	1	15.58	71.59
3	2	19.27	2	18.83	107.38
4	3	21.33	3	22.08	143.17

De la tabla 113, en la prueba de regresión lineal de la succión se observa que es una relación directa, positiva y creciente entre las variables independientes y dependientes, además presenta una pendiente positiva, cada vez que se aumenta en el 1 % de tiras de PET, al adobe sin paja aumenta su succión en 3.2502 Gr/min/200cm².

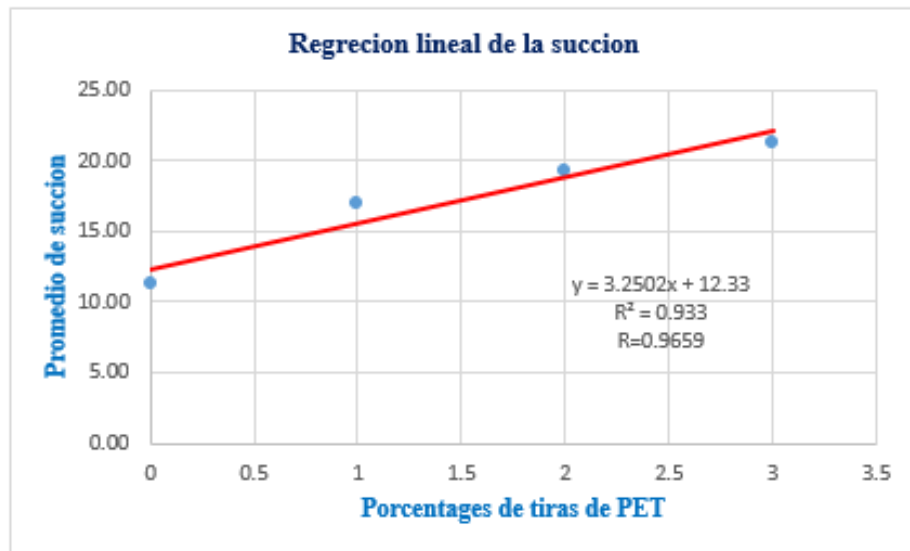


Figura 119. Regresión lineal de la succión.

De la figura 119, la regresión lineal de la succión, con los porcentajes de tiras de PET (1, 2 y 3) % y promedio de la succión (gr/min/200cm²), el coeficiente de determinación R² es 0.9330 indica que la recta tiene una bondad de 93.30 % y el coeficiente de correlación R es 0.9659 indica que la recta casi perfectamente lineal positivo.

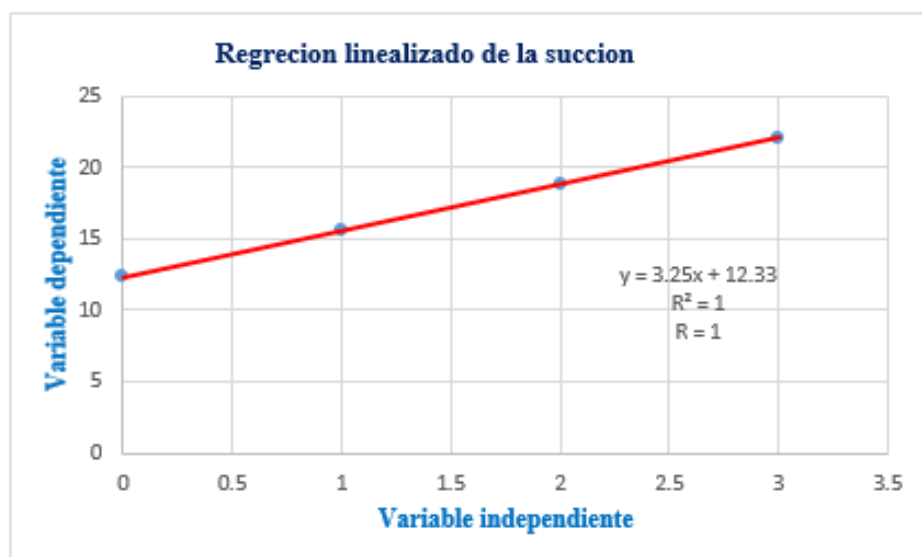


Figura 120. Regresión linealizado de la succión.

De la figura 118, la regresión linealizada de la succión, con la variable independiente y variable dependiente, el coeficiente de determinación R^2 es 1 indica que la recta tiene una bondad de 100.00 % y el coeficiente de correlación R es 1 indica que la recta es perfectamente lineal positivo.

Prueba de ANOVA

Tabla 114. *Análisis de ANOVA, del adobe control y adobe mejorado, en la succión.*

Prueba de ANOVA, del adobe control y mejorados con tiras de PET, en el succión.					
Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Entre grupos	339,663	3	113.221	4.313	0.017
Dentro de grupos	524,993	20	26.250		
Total	864.656	23			

En los resultados de la tabla 114, el valor de significancia es 0.017, lo que indica que es menor de 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se concluye que las tiras de PET tienen un impacto positivo en la succión del adobe mejorado.

4.2.4. Hipótesis para verificar la erosión acelerada

H5. Las tiras de PET influirán significativamente en la resistencia en la erosión acelerada del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

Prueba de la normalidad según Shapiro-Wilk

Tabla 115. *Análisis de datos en la normalidad en la erosión acelerada en el adobe control y adobes con tiras de PET.*

Resultado en las pruebas de normalidad en la erosión acelerada			
Adobe, control y mejorado	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significancia
Adobe control	0.826	6	0.099
Adobe con tiras de PET al 1 %	0.832	6	0.111
Adobe con tiras de PET al 2 %	0.927	6	0.554
Adobe con tiras de PET al 3 %	0.640	6	0.001

Criterios de decisión:

- Cuando p es mayor que 0.05, indica una distribución normal.
- Cuando p es menor que 0.05, sugiere una distribución no normal.

En la tabla 115, los resultados de la erosión acelerada muestran que en las unidades de adobe control la significancia es 0.099, mientras que en el adobe con tiras de PET al 1% es 0.111, al 2% es 0.554, y al 3% es 0.001. Estos resultados indican que el nivel de significancia está entre valores menores a 0.05 y mayores a este. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, que establece que los datos provienen de una distribución normal. En consecuencia, se utilizó una prueba no paramétrica en la prueba de hipótesis.

Prueba de regresión lineal para la causalidad de la erosión acelerada

Tabla 116. *Prueba de regresión lineal para la erosión acelerada del adobe control y adobes mejorados.*

Número de pruebas	Porcentaje de tiras de PET	Valor promedio	Variable independiente	Variable dependiente	Porcentaje de mejora respecto al adobe control
	(%)	(mm)	(X)	$y = -6.1333x + 24.867$	(%)
1	0	24.33	0	24.867	0
2	1	21.00	1	18.737	-39.56
3	2	9.67	2	12.607	-59.33
4	3	7.67	3	6.477	-79.11

De la tabla 116, en la prueba de regresión lineal en la erosión acelerada se observa que es una relación inversa, negativa y decrece, entre las variables independientes y dependientes,

además presenta una pendiente negativa, cada vez que se aumenta en el 1 % de tiras de PET, al adobe sin paja disminuye la oquedad 6.1333 mm.

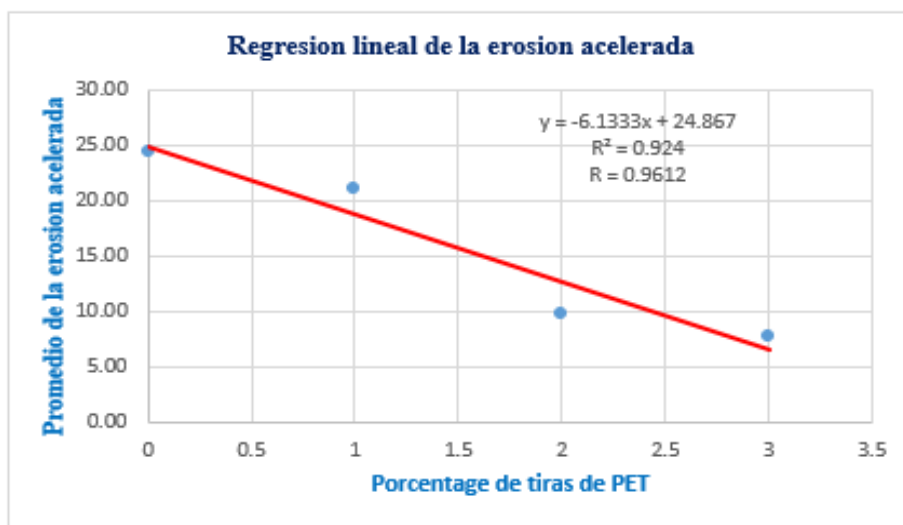


Figura 121. Regresión lineal de la erosión acelerada.

De la figura 121, la regresión lineal de erosión acelerada, con los porcentajes de tiras de PET (1, 2 y 3) % y promedio de la erosión acelerada (mm), el coeficiente de determinación R^2 es 0.924 indica que la recta tiene una bondad de 92.40 % y el coeficiente de correlación R es 0.9612 indica que la recta casi perfectamente lineal positivo.

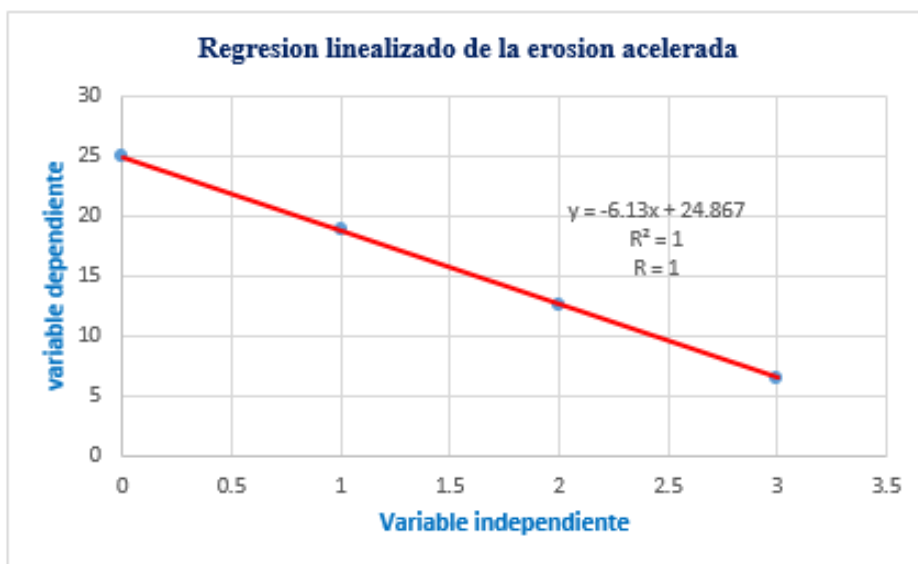


Figura 122. Regresión lineal de la erosión acelerada.

De la figura 122, la regresión linealizada de la erosión acelerada, con la variable independiente y variable dependiente, el coeficiente de determinación R^2 es 1 indica que la recta tiene una bondad de 100 % y el coeficiente de correlación R es 1 indica que la recta es perfectamente lineal positivo.

Prueba de ANOVA

Tabla 117. *Análisis de ANOVA, del adobe control y adobe mejorado, en la erosión acelerada.*

Prueba de ANOVA, del adobe control y mejorados con tiras de PET, en la erosión acelerada					
Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Entre grupos	1221.33	3	407.11	34.50	0.000
Dentro de grupos	236.00	20	11.80		
Total	1457.33	23			

En los resultados presentados en la tabla 117, el valor de la significancia es 0.000, lo cual sugiere que es menor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que las tiras de PET tienen un efecto positivo en la erosión acelerada del adobe.

4.2.5. Hipótesis para probar la resistencia a la compresión

H6. Las tiras de PET influirán significativamente en la resistencia a la compresión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

Prueba de la normalidad según Shapiro-Wilk, en la resistencia a la compresión.

Tabla 118. *Análisis de datos en la normalidad de la resistencia a la compresión en el adobe control y adobes con tiras de PET.*

Resultado en las pruebas de normalidad en la resistencia a la compresión			
Adobe, control y mejorado	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significancia
Adobe control	0.909	6	0.430
Adobe con tiras de PET al 1 %	0.964	6	0.852
Adobe con tiras de PET al 2 %	0.911	6	0.443
Adobe con tiras de PET al 3 %	0.991	6	0.991

Criterio de decisión:

- Cuando p es mayor que 0.05, indica una distribución normal.
- Cuando p es menor que 0.05, sugiere una distribución no normal.

En la tabla 118, se observa que la significancia de la resistencia a la compresión de adobes control es 0.430, mientras que para el adobe con tiras de PET al 1% es 0.852, al 2% es 0.443 y al 3% es 0.991. Estos resultados muestran que los niveles de significancia son mayores a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, indicando una distribución normal. En consecuencia, la prueba de hipótesis realizada es paramétrica.

Prueba de regresión lineal para la causalidad de la resistencia a la compresión

Tabla 119. *Prueba de regresión lineal para la resistencia a la compresión del adobe control y adobes mejorados.*

Número de pruebas	Porcentaje de tiras de PET	Valor promedio	Variable independiente	Variable dependiente	Porcentaje de mejora respecto al adobe control
	(%)	(kg/cm²)	(X)	y = 1.3298x+13.96	(%)
1	0	14.16	0	13.96	0
2	1	14.97	1	15.29	21.06
3	2	16.65	2	16.62	31.59
4	3	18.04	3	17.95	42.12

De la tabla 119, en el análisis de regresión lineal sobre la resistencia a la compresión, se detecta una correlación directa, positiva y ascendente entre las variables independientes y dependientes. Además, se observa una pendiente positiva, indicando que por cada aumento del 1 % en las tiras de PET, la resistencia a la compresión del adobe sin paja aumenta en 1.3298 kg/cm².

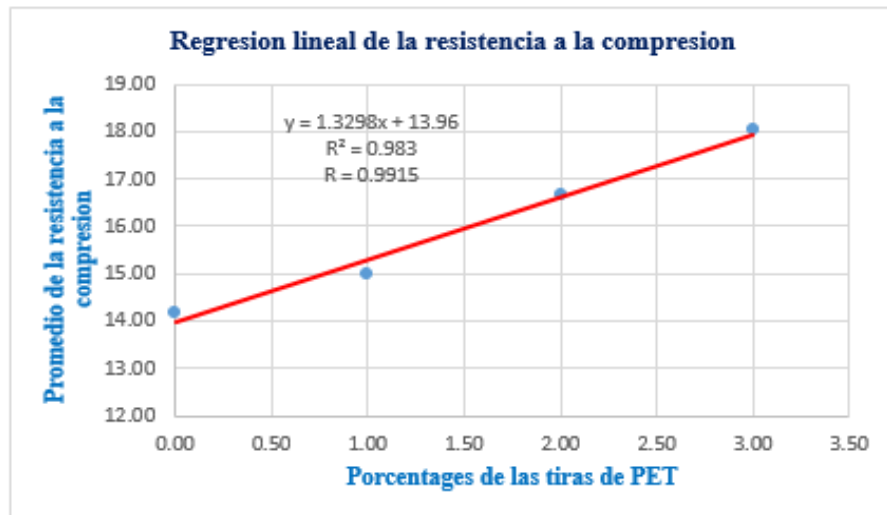


Figura 123. Regresión lineal de la resistencia a la compresión.

En la figura 123, la regresión lineal de la resistencia a la compresión, con los porcentajes de tiras de PET (1, 2 y 3) % y promedio de la resistencia a la compresión (kg/cm²), el coeficiente de determinación R^2 es 0.983 indica que la recta tiene una bondad de 98.30 % y el coeficiente de correlación R es 0.9915 indica que la recta casi perfectamente lineal positivo.

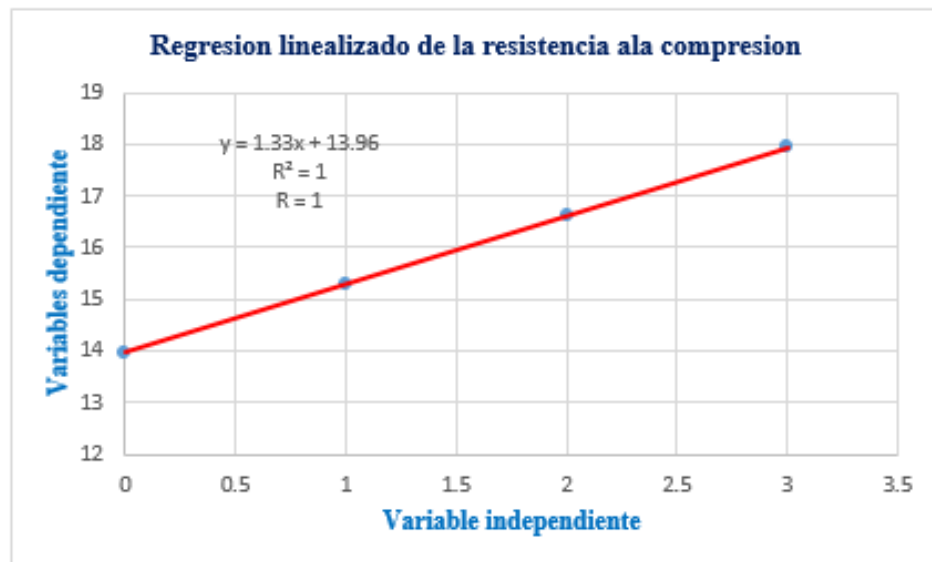


Figura 124. Regresión linealizado de la resistencia a la compresión.

De la figura 124, la regresión linealizado de la resistencia a la compresión, con la variable independiente y variable dependiente, el coeficiente de determinación R^2 es 1 indica

que la recta tiene una bondad de 100 % y el coeficiente de correlación R es 1 indica que la recta es perfectamente lineal positivo.

Prueba de ANOVA

Tabla 120. *Análisis de ANOVA, en la resistencia a la compresión del adobe control y adobe mejorado.*

Prueba de ANOVA del adobe control y mejorados con tiras de PET en la resistencia a la compresión					
Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Entre grupos	53.972	3	17.991	9.192	0.001
Dentro de grupos	39.143	20	1.957		
Total	93.115	23			

En los resultados presentados en la tabla 120, el valor de significancia es 0.001, lo que indica que es inferior a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que las tiras de PET tienen un efecto positivo en la resistencia a la compresión del adobe mejorado.

4.2.6. Hipótesis para probar la resistencia a la flexión

H7. Las tiras de PET influirán significativamente en la resistencia a la flexión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).

Prueba de la normalidad según Shapiro-Wilk

Tabla 121. *Análisis de datos en la normalidad de la resistencia a la flexión en el adobe control y adobes mejorados*

Resultado en las pruebas de normalidad en la resistencia a la flexión			
Adobe, control y mejorado	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Significancia
Adobe control	0.883	6	0.282
Adobe con tiras de PET al 1 %	0.902	6	0.384
Adobe con tiras de PET al 2 %	0.893	6	0.333
Adobe con tiras de PET al 3 %	0.906	6	0.409

Criterio de decisión:

- Cuando p es mayor que 0.05, indica una distribución normal.
- Cuando p es menor que 0.05, sugiere una distribución no normal.

En la tabla 121, se encuentra que la significancia de la resistencia a la flexión en las unidades de adobe control es 0.282. Para el adobe con tiras de PET al 1%, es 0.384; al 2%, es 0.333; y al 3%, es 0.409. Todos estos valores de significancia son superiores a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, lo que sugiere una distribución normal. Por consiguiente, la prueba realizada se considera paramétrica.

Prueba de regresión lineal para la causalidad de la resistencia a la flexión

Tabla 122. Prueba de regresión lineal para la resistencia a la flexión del adobe control y adobes mejorados.

Número de pruebas	Porcentaje de tiras de PET (%)	Valor promedio (kg/cm ²)	Variable independiente (X)	Variable dependiente (Y=1.14067x+6.57)	Porcentaje de mejora respecto al adobe control (%)
1	0	14.16	0	6.57	0
2	1	14.97	1	7.98	54.65
3	2	16.65	2	9.39	81.98
4	3	18.04	3	10.8	109.30

De acuerdo con los resultados de la tabla 122, en el análisis de regresión lineal sobre la resistencia a la flexión, se identifica una asociación directa, positiva y ascendente entre las variables independientes y dependientes. También se muestra una pendiente positiva, lo que indica que por cada aumento del 1 % en las tiras de PET, la resistencia a la flexión del adobe sin paja aumenta en 1.14067 kg/cm².

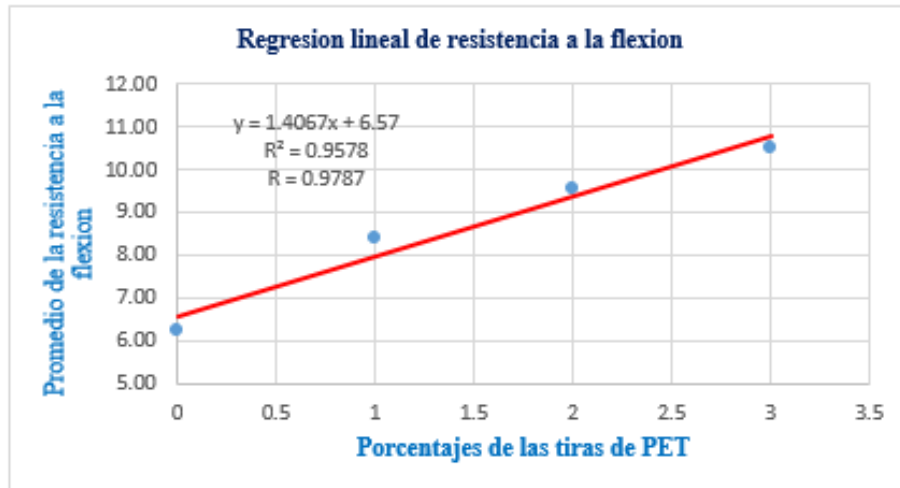


Figura 125. Regresión lineal de la resistencia a la flexión.

De la figura 125, la regresión lineal de la resistencia a la flexión, con los porcentajes de tiras de PET (1, 2 y 3) % y promedio de la resistencia a la flexión (kg/cm²), el coeficiente de determinación R^2 es 0.9578 indica que la recta tiene una bondad de 95.78 % y el coeficiente de correlación R es 0.9787 indica que la recta casi perfectamente lineal positivo.

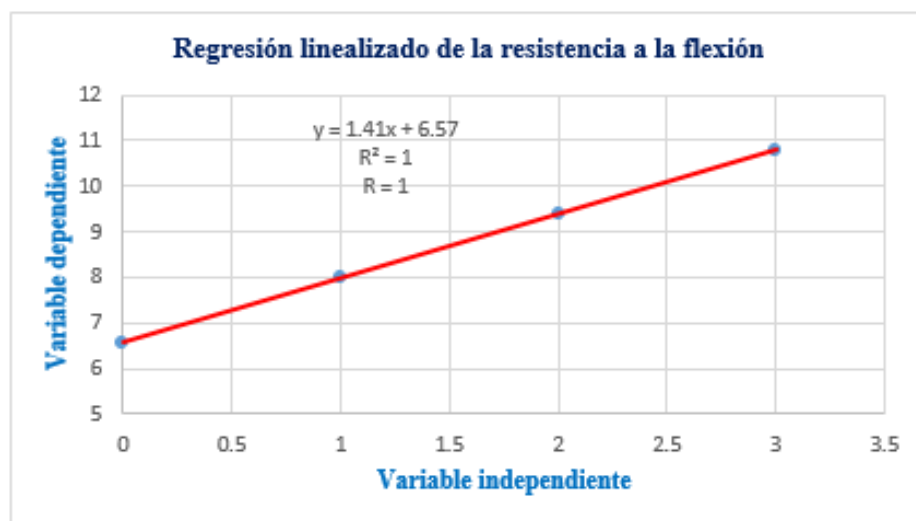


Figura 126. Regresión linealizada de la resistencia a la flexión.

De la figura 118, la regresión linealizada de la resistencia a la flexión, con la variable independiente y variable dependiente, el coeficiente de determinación R^2 es 1 indica que la recta tiene una bondad de 100 % y el coeficiente de correlación R es 1 indica que la recta es perfectamente lineal positivo.

Prueba de ANOVA

Tabla 123. *Análisis de ANOVA, en la resistencia a la flexión del adobe control y adobe mejorado*

Prueba de ANOVA del adobe control y mejorados con tiras de PET en la resistencia a la flexión					
Grupos	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Significancia
Entre grupos	61.976	3	20.659	45.165	0.000
Dentro de grupos	9.148	20	0.457		
Total	71.124	23			

En los resultados de la tabla 123, se observa que el valor de significancia es 0.000, indicando que es inferior a 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que las tiras de PET tienen un impacto positivo en la resistencia a la flexión del adobe.

4.3. Discusión de Resultados

Disc 1. Del alabeo respecto al adobe control y adobes mejorados

Durante el ensayo de laboratorio sobre el alabeo, según la tabla 107 y 108, se observa que el adobe de control registra un alabeo promedio de 2.40 mm, mientras que el adobe mejorado con un 3 % de tiras de PET alcanza los 3.00 mm de alabeo, reflejando una mejora del 25 % en comparación. En un estudio de investigación realizado por Antay (2020), se llevó a cabo un ensayo similar de alabeo, donde el adobe tradicional presentó un alabeo promedio de 1.065 mm, mientras que los adobes con fibra de polipropileno al 105 % mostraron un alabeo de 1.13 mm. Los resultados obtenidos son consistentes con los de Antay (2020), tanto para las fibras de polipropileno como para las tiras de PET reciclado, lo que indica resultados óptimos en los porcentajes del 105 % y 3 %, debido a que la fibra de polipropileno es más fina, es decir sus dimensiones son más pequeña en comparación a las tiras de PET

En la tabla 110, en la prueba de regresión lineal que estudia la causalidad del alabeo, se identifica una relación directa, positiva y ascendente entre las variables independientes y dependientes. Además, se evidencia una pendiente positiva, lo que indica que por cada aumento del 1 % en las tiras de PET, el alabeo del adobe mejorado aumenta en 0.187 mm. El mayor nivel de mejora se observa con el 3 % de tiras de PET, representando un incremento del 34.31 % en comparación con el adobe de control.

Disc 2. De la absorción respecto al adobe control y adobes mejorados

Durante el ensayo de absorción en el laboratorio, según lo registrado en las tablas 107 y 108, no se disponen de datos sobre el adobe control y los adobes mejorados con tiras de PET. Esto se debe a que, al someterlos al ensayo de laboratorio, se desintegraron antes de completar la primera hora de prueba. En contraste, en un estudio de investigación llevado a cabo por Antay (2020), donde se realizó un ensayo similar de absorción, se encontró que el adobe tradicional tenía una absorción promedio del 7.65 %, mientras que los adobes con fibra de polipropileno al 105 % mostraron una absorción del 8.66 %. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Antay (2020), lo que indica diferencias en los resultados tanto para las fibras de polipropileno como para las tiras de PET reciclado, las fibras de polipropileno tienden a tener menos absorción del agua en cuanto se incrementa los porcentajes, mientras las tiras de PET, cada vez que aumenta su porcentaje se incrementa su absorción debido a las dimensiones de las tiras de PET.

La prueba de regresión lineal para evaluar la causalidad en la absorción no pudo ser validada debido a la ausencia de datos, tanto para el adobe control como para los adobes mejorados con tiras de PET. Esto se debió a que tanto el adobe control como los adobes mejorados se desintegraron por completo antes de transcurrir los 60 minutos del ensayo.

Disc 3. De la succión respecto al adobe control y adobes mejorados

En el ensayo de laboratorio de la succión realizado, según se muestra en las tablas 107 y 108, el adobe control registró un promedio de succión de 11.27 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados, mientras que el adobe mejorado con un 3 % de tiras de PET alcanzó los 21.33 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados, representando un aumento del 89.33 %. En el estudio de investigación realizado por Alagón y Neira (2020), donde se llevó a cabo un experimento similar de succión, se encontró que el adobe tradicional tenía un índice de succión del 20.30 %, mientras que los adobes con polipropileno al 0.75 % mostraron un índice de succión del 12.76 %. Los resultados obtenidos son similares a los de Alagón y Neira (2020), tanto para las fibras de poliéster como para las tiras de PET reciclado, lo que indica resultados óptimos en los porcentajes del 0.75 % y 3 %, debido a que la fibra de poliéster es más fina, es decir sus dimensiones son más pequeña en comparación a las tiras de PET.

En la tabla 113, en el análisis de regresión lineal que investiga la causalidad de la succión, se identifica una relación directa, positiva y ascendente entre las variables independientes y dependientes. Además, se evidencia una pendiente positiva, lo que indica que por cada aumento del 1 % en las tiras de PET, la succión del adobe mejorado aumenta en 3.2502 gramos por minuto por cada 200 centímetros cuadrados. El mayor incremento porcentual se observa con el 3 % de tiras de PET, con un aumento del 143.17 % en comparación con el adobe control.

Disc 4. De la erosión acelerada respecto al adobe control y adobes mejorados

Durante el ensayo de erosión acelerada realizado en el laboratorio, según se muestra en las tablas 107 y 108, el adobe control presentó un promedio de 24.33 mm de oquedad, mientras que el adobe mejorado con un 3 % de tiras de PET registró una oquedad de 7.67 mm, lo que representa una mejora del 68.49 % en la reducción de la oquedad. En un estudio de investigación llevado a cabo por Alagón y Neira (2020), se realizó un ensayo similar de erosión acelerada, donde el adobe tradicional mostró una oquedad de 26.70 mm, mientras que los adobes con polipropileno al 0.50 % mostraron una oquedad de 10.80 mm. Por otro lado, en otro estudio realizado por Antay (2020), se encontró que el adobe tradicional presentaba una oquedad de 13.60 mm, mientras que los adobes con fibra de polipropileno al 105 % mostraban una oquedad de 8.20 mm. Los resultados obtenidos son similares a los de Alagón y Neira (2020), y Antay (2020), tanto para las fibras de poliéster, las fibras de polipropileno y las tiras de PET reciclado, lo que sugiere resultados óptimos en los porcentajes del 0.50 %, 105 % y 3 %, debido a que la fibra de poliéster y fibra de polipropileno, son más finas, es decir sus dimensiones son más pequeñas en comparación a las tiras de PET.

En la tabla 116, de la prueba de regresión lineal de la causalidad de la erosión acelerada, se observa una relación inversa, negativa y decreciente entre las variables independientes y dependientes. Además, presenta una pendiente negativa: cada vez que se aumenta en un 1 % las tiras de PET, la oquedad del adobe sin paja disminuye en 6.1333 mm. El porcentaje de reducción es más notable al 3 % de tiras de PET, con una disminución del 79.11 % en comparación con el adobe control.

Disc 5. De la resistencia a la compresión respecto al adobe control y adobes mejorados

En el ensayo de laboratorio de resistencia a la compresión, presentado en las tablas 107 y 108, el adobe control obtuvo un promedio de 14.16 kg/cm², mientras que el adobe mejorado con un 3 % de tiras de PET alcanzó una resistencia de 18.03 kg/cm², lo que representa una mejora del 27.34 %. En la tesis de Alagón y Neira (2020), se realizó un ensayo de resistencia a la compresión en adobes tradicionales, obteniendo un promedio de 10.29 kg/cm², mientras que los adobes con polipropileno al 0.75 % alcanzaron 20.37 kg/cm². En el estudio de Antay (2020), los adobes tradicionales mostraron un promedio de 9.06 kg/cm², y los adobes con fibra de polipropileno al 105 % lograron 11.78 kg/cm² de resistencia a la compresión. Los resultados son similares a los obtenidos por Alagón y Neira (2020) y Antay (2020), lo que indica que las fibras de poliéster, polipropileno y las tiras de PET reciclado ofrecen resultados óptimos en proporciones del 0.75 %, 105 % y 3 %, respectivamente, debido a que la fibra de

poliéster y fibra de polipropileno, son más finas, es decir sus dimensiones son más pequeñas en comparación a las tiras de PET.

En la tabla 122, correspondiente a la prueba de regresión lineal sobre la causalidad de la resistencia a la compresión, se observa una relación directa, positiva y creciente entre las variables independientes y dependientes. La pendiente es positiva, indicando que por cada aumento del 1 % en tiras de PET, la resistencia a la compresión del adobe mejorado incrementa en 1.3298 kg/cm². La mejora es más significativa con un 3 % de tiras de PET, alcanzando un aumento del 42.12 % en comparación con el adobe control.

Disc 6. De la resistencia a la flexión respecto al adobe control y adobes mejorados

En las tablas 107 y 108, el ensayo de laboratorio sobre la resistencia a la flexión del adobe control muestra un promedio de 6.21 kg/cm². En comparación, el adobe mejorado con un 3 % de tiras de PET alcanza una resistencia a la flexión de 10.51 kg/cm², representando una mejora del 69.28 %. En la tesis de Alagón y Neira (2020), el ensayo de resistencia a la flexión del adobe tradicional promedió 7.42 kg/cm², mientras que los adobes con fibra de polipropileno al 0.75 % alcanzaron 11.06 kg/cm². En la investigación de Antay (2020), el adobe tradicional mostró un promedio de 7.28 kg/cm², y los adobes con fibra de polipropileno al 1.05 % lograron 8.05 kg/cm². Estos resultados son comparables con los de Alagón y Neira (2020) y Antay (2020), indicando que las fibras de poliéster, fibras de polipropileno y tiras de PET reciclado proporcionan resultados óptimos en los porcentajes de 0.75 %, 1.05 % y 3 %, respectivamente, debido a que la fibra de poliéster y fibra de polipropileno, son más finas, es decir sus dimensiones son más pequeñas en comparación a las tiras de PET.

En la tabla 122, de la prueba de regresión lineal de la causalidad en la resistencia a la flexión, se observa una relación directa, positiva y creciente entre las variables independientes y dependientes, además presenta una pendiente positiva. Cada vez que se incrementa un 1 % de tiras de PET en el adobe sin paja, su resistencia a la flexión aumenta en 1.14067 kg/cm². La mejora más notable se observa al 3 % de tiras de PET, con un incremento del 109.30 % en comparación con el adobe de control.

Aportes llegados de la investigación

Respecto a la prueba de alabeo, aunque el adobe control tiene un promedio de 2.40 mm y el adobe mejorado al 3 % presenta un alabeo de 3.00 mm, hay un aumento de 0.60 mm, lo que representa una mejora del 25 % respecto al adobe control. A medida que se incrementa el porcentaje de tiras de PET, se genera más alabeo. Esto podría considerarse para futuras investigaciones, ya que un mayor alabeo, es decir, mayor irregularidad en el adobe, utilizada

en estructuras unidas con una pasta de barro, podría resultar en un mejor agarre y una pared más estable tras el secado debido a estas irregularidades.

Respecto a la prueba de absorción, tanto el adobe control como los adobes mejorados no resisten cuando están completamente sumergidos en agua; se deterioran y finalmente se desintegran antes de 45 minutos. Esto se debe a sus dimensiones de las tiras de PET, que son muy grandes, (10-30 cm) x (2-5 mm) x (0.1-0.33 mm), que permiten una rápida absorción del líquido y causan su desintegración, lo cual no es adecuado para la unidad de adobe.

En cuanto a la prueba de succión, el adobe de control tiene un promedio de 11.27 Gr/min/200cm², mientras que el adobe mejorado al 3 % presenta una succión de 21.33 Gr/min/200cm². Esto representa un incremento de 10.06 Gr/min/200cm² y una mejora del 89.33 % en comparación con el adobe de control. Sin embargo, este aumento no es adecuado para la unidad de adobe mejorado, ya que la mayor succión se debe a las tiras de PET, que actúan como conductos para la penetración del líquido, generando una mayor hidratación, lo cual no es favorable para la unidad de adobe.

En cuanto a la prueba de erosión acelerada, aunque el adobe de control registra un promedio de 24.33 mm de oquedad, el adobe mejorado al 3 % muestra solo 7.67 mm. Esto implica una reducción de 16.67 mm y una mejora del 68.49 % con respecto al adobe de control, que ya tiene una resistencia media y aceptable en términos de oquedad. Esta mejora es adecuada, ya que al aumentar el porcentaje de tiras de PET, se reduce la oquedad, lo cual es beneficioso para la unidad de adobe.

En relación a la prueba de resistencia a la compresión, a pesar de que el adobe de control registra un promedio de 14.16 kg/cm², el adobe mejorado al 3 % muestra una resistencia de 18.03 kg/cm². Esto representa un aumento de 3.87 kg/cm² y una mejora del 27.34 % en comparación con el adobe de control, superando así la resistencia mínima requerida según la norma NTP. E.080, que exige 10.20 kg/cm², lo cual es adecuado. Además, se observa que a medida que se aumenta el porcentaje de tiras de PET, la resistencia a la compresión de la unidad de adobe también aumenta.

En cuanto a la evaluación de la resistencia a la flexión, aunque el adobe de control muestra un promedio de 6.21 kg/cm², el adobe mejorado al 3 % exhibe una resistencia de 10.51 kg/cm². Esto representa un aumento de 4.30 kg/cm² y una mejora del 69.28 % en comparación con el adobe de control, lo cual es adecuado. Además, se observa que al incrementar el porcentaje de tiras de PET, la resistencia a la flexión de la unidad de adobe también mejora.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Concl 1. En relación al objetivo general establecido, se ratifica que las propiedades físicas (alabeo, absorción y succión) no muestran mejoras óptimas, con la incorporación de tiras de PET en el adobe mejorado. Sin embargo, en cuanto a las propiedades mecánicas (erosión acelerada, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión), los resultados indican que la adición de tiras de PET al 3 % sí proporciona mejoras óptimas.

Concl 2. En la propiedad física del alabeo, según las tablas 107 y 108, se observa que el adobe con la adición de tiras de PET al 3 % experimenta un incremento de 0.60 mm en el alabeo en comparación con el adobe de control, lo que representa una mejora del 25 %. Además, se espera que el alabeo aumente a medida que se incrementa el porcentaje de tiras de PET.

Concl 3. En relación a la propiedad física de absorción, según los datos de las tablas 107 y 108, tanto el adobe de control como los adobes mejorados no presentaron información disponible. Esto se debe a que no resistieron cuando fueron sumergidos completamente en agua, experimentando deterioro y desintegración antes de transcurrir los 45 minutos. Esta situación no es favorable para el adobe mejorado.

Concl 4. En cuanto a la propiedad física de succión, según los datos de las tablas 107 y 108, se observa que el adobe con la adición de tiras de PET al 3 % experimenta un aumento de 10.06 Gr/min/200cm² en comparación con el adobe de control, lo que representa una mejora del 89.33 %. Se espera que la succión aumente a medida que se incrementa el porcentaje de tiras de PET, lo cual no es favorable para el adobe mejorado.

Concl 5. En cuanto a la propiedad mecánica de erosión acelerada, según los datos de las tablas 107 y 108, se observa que el adobe con la adición de tiras de PET al 3 % experimenta una reducción de 16.67 mm en la oquedad en comparación con el adobe de control, lo que representa una mejora del 68.49 %. Además, logra una resistencia media y una aceptación de oquedad apta, según se muestra en la tabla 8. Se prevé que la erosión acelerada, es decir, la oquedad, disminuya a medida que aumenta el porcentaje de tiras de PET, lo cual es beneficioso para el adobe mejorado.

Concl 6. En lo que respecta a la propiedad mecánica de resistencia a la compresión, según los datos de las tablas 107 y 108, se observa que el adobe con la incorporación de tiras de PET al 3 % experimenta un aumento de 3.87 kg/cm² en comparación con el adobe de control, lo que representa una mejora del 27.34 %. Se anticipa que la resistencia a la compresión

aumentará a medida que se incremente el porcentaje de tiras de PET, lo cual resulta beneficioso para el adobe mejorado.

Concl 7. En relación a la propiedad mecánica de resistencia a la flexión, según los datos de las tablas 107 y 108, se observa que el adobe con la adición de tiras de PET al 3 % experimenta un aumento de 4.30 kg/cm² en comparación con el adobe de control, lo que representa una mejora del 69.28 %. Se prevé que la resistencia a la flexión aumentará a medida que se incremente el porcentaje de tiras de PET, lo cual es beneficioso para el adobe mejorado.

5.2. Recomendaciones

- Para futuras investigaciones, sugerimos que, en relación a la propiedad física de alabeo, las tiras utilizadas deben tener un grosor menor, preferiblemente entre 0.05 y 0.10 mm, manteniendo las mismas longitudes variables (10-30 x 2-5 x 0.05-0.10). Esto permitirá que el alabeo (tanto la concavidad, como la convexidad) en las construcciones de adobe unido con la pasta de barro genere un agarre más compacto debido a la irregularidad del adobe mejorado.
- Sugerimos que, para la propiedad física de absorción, se elaboren adobes con un 10 % de aditivos de asfalto en peso del adobe seco. Según Romero y Callasi (2017), esto resulta en una absorción del 2.62 % a las 24 horas. Además, se deberían añadir tiras de PET en un 3 % del peso del adobe seco y evaluar los resultados en futuros estudios.
- Recomendamos, en cuanto a la propiedad física de succión, utilizar un aditivo de asfalto al 10 % del peso del adobe seco. Según Romero y Callasi (2017), esto proporciona una succión del 6.55 % en peso en 60 segundos. Además, se deben incorporar tiras de PET al 3 % del peso del adobe seco.
- Sugerimos que, para la propiedad mecánica de la erosión acelerada, se utilicen tiras de PET al 3 %, lo que proporciona una mejora del 68.49 %. Además, recomendamos que en futuras investigaciones se añadan diferentes porcentajes de cemento y asfalto para evaluar los resultados.
- Recomendamos utilizar tiras de PET al 3 % para mejorar la resistencia a la compresión, ya que proporcionan una mejora del 27.3 %. Además, sugerimos que en futuras investigaciones se añada paja en diferentes porcentajes para evaluar los resultados obtenidos.

- Sugerimos utilizar tiras de PET al 3 % para mejorar la resistencia a la flexión, ya que ofrecen una mejora del 69.28 %. Además, recomendamos que en futuras investigaciones se añada paja en diversos porcentajes para evaluar los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. CONDORI, J., MAMANI, Y. y PARI, V. *Influencia del polietileno de baja densidad y tereftalato de polietileno reciclados en el comportamiento físico y mecánico de unidades de adobe en la región Puno*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Puno: s.n., 2023.
2. CORREA, A. y PUICAN, P. *Caracterización física y mecánica del adobe incorporando fibras de cabuya y polímero reciclado PET en la ciudad de Ferreñafe Lambayeque*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Chiclayo: s.n., 2021.
3. QUINTANA, D. y VERA, M. *Evaluación de erosión y resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total de agua en peso por mucilago de tuna en porcentajes del 0 %, 25 %, 50 %, 75 % y 100 %*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Cusco: s.n., 2017.
4. LULICHAC, F. *Determinación de las propiedades físico-mecánicas de la unidad de albañilería en provincia de Cajamarca*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Cajamarca: s.n., 2015.
5. CHAVEZ, W. y QUISPE, J. *Evaluación del comportamiento físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la ciudad del Cusco*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Cusco: s.n., 2019.
6. MOREANO, P. *Evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de adobe con tiras de caucho respecto a una unidad de adobe tradicional, cusco 2019*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Cusco: s.n., 2019.
7. BOLAÑOS, J. *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Cajamarca: s.n., 2016.
8. LLUMITASIG, S. y SIZA, A. *Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico un modelo a escala*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Oaxaca: s.n., 2017.
9. GARCIA, I. *Estudio de permeabilidad en el adobe implementado agregados naturales*. (Tesis para optar el grado de ingeniero en diseño). Oaxaca: s.n., 2017.
10. CHUYA, E. y AYALA, Ma. *Comparación de parámetros mecánicos y físicos del adobe tradicional reforzado con fibra de vidrio*. (Tesis para optar el grado de Arquitecto). Cuenca: s.n., 2018.
11. ANTAY, A. *Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de saylla-cusco*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Cusco: s.n., 2020.
12. ALAGON, J. y NEIRA, R. *Estudio comparativo de la conductividad térmica y propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe estabilizadas con fibra de poliéster frente al adobe tradicional, de las adoberas ubicadas en el distrito de San Sebastián-Cusco*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Cusco: s.n., 2020.
13. CASTRO, A. y AVENDAÑO, C. *Determinación del pretratamiento más efectivo sobre el polietileno tereftalato para el aumento en la eficiencia del proceso de degradación realizado*

por hongos y bacterias autóctonas de lixiviado de relleno sanitario. (Tesis para optar el grado de ingeniero ambiental). Colombia: s.n., 2020.

14. HACHI, J. y RODRIGUEZ, J. *Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil.* (Tesis para optar el grado de ingeniero industrial). Guayaquil: s.n., 2010.

15. NTP, E.080. *Norma tecnica de edificaciones NTE E.080.* Lima: s.n., 2000.

16. REQUIN, L. *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del bloque de adobe reforzado con fibras de botellas plástica recicladas Huaricolca, 2020.* (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Lima: s.n., 2020.

17. NIETO, L. y TELLO, E. *Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú.* (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Lima: s.n., 2019.

18. ROMERO, V. y CALLASI, C. *Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto.* (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Cusco: s.n., 2017.

19. NTP E.080. *Norma E.080 diseño y construcción con tierra reforzada.* Lima: s.n., 2017.

20. MORALES, R., TORRES, R. y RENGIFO, L. *Manual para la construcción de viviendas de adobe.* Lima: s.n., 2006.

21. NTP, 399.613. *Norma tecnica Peruana.* Lima: s.n., 2005.

22. TAMAYO, M. *Investigacion para los jovenes.* México: Limusa, 2010. 978-968-18-6537-5

23. HERNÁNDEZ, R. et al. *Metodología de la investigación.* México: s.n., 2010. 978-1-4562-2396-0

24. ARIAS, F. *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica.* Caracas: quinta. Edicion, 1999. 980-07-3868-1

25. VARGAS, E. *Influencia del cemento portland tipo ip en las propiedades del adobe comprimido artesanalmente en san jerónimo-cusco en el año 2021.* (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Huancayo, Perú: s.n., 2021.

26. NTP, 339.089. *Norma tecnica peruana.* 1998.

27. NTP.339.127. *Norma tecnica peruana.* Lima: s.n., 1998.

28. NTP, 339.128. *Metodo de ensayo para el analisis granulometrico.* Lima: s.n., 1999.

29. NTP.339.129. *Norma Tecnica Peruana.* Lima: s.n., 1999.

30. Español, UNE 41410 Norma. *Bloques de tierra para muros y tabiques definiciones, especificaciones y metodos de ensayo.* Madrid: s.n., 2008.


31. E290, ASTM. *Ensayo de flexion para la ductibiidad de metales rectangulares*. Lima: s.n., 2004.

32. WEBSTER, A. *Estadistica aplicada a los negocios y la economia*. México: s.n., 2000.

ANEXOS

Instrumentos de recolección de los datos

Formato de olor

	UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.				
Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.			Fecha: 01/11/2023	
Prueba de Laboratorio: Prueba de Olor			Prueba Nro. 01	
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani				
EXISTENCIA DE OLOR (MOHO O RANCIO)				
Muestra	Cantidad (gr)	No existe	Si existe	Resultado
01				
02				
03				

Formato de color

Formato de color



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS
Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.

Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.

Fecha: 01/11/2023

Prueba de Laboratorio: Prueba de Color

Prueba Nro. 02

Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

PRUEBA DE COLOR

Muestra	Cantidad (gr)	Suelo Orgánico (De colores parda, gris, verdes y negra)	Suelo Inorgánico (Sus colores varía desde el gris claro hasta el muy oscuro)	Resultado
01				
02				
03				



Formato de textura de la tierra



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS
Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.

Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo. Fecha: 01/11/2023

Prueba de Laboratorio: Textura de la Tierra Prueba Nro. 03

Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

PRUEBA TEXTURA DE LA TIERRA

Muestra	Cantidad (gr)	tamaño			Resultado
		Grande (in situ)	Pequeño (in situ)	Pequeño (cernido)	
01					
02					
03					

Formato de la botella



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS
Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.

Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo. Fecha: 01/11/2023

Prueba de Laboratorio: La Botella Prueba Nro. 04
(Granulometría)

Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

PRUEBA DE LA BOTELLA (GRANULOMETRÍA)

Muestra	Cantidad (gr)	TAMAÑO			Resultado
		Altura de Arena (cm)	Altura de Limo (cm)	Altura de Arcilla (cm)	
01					
02					
03					

Formato de cinta de barro

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.		Fecha: 01/11/2023			
Prueba de Laboratorio: Cinta de barro		Prueba Nro. 05			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
PRUEBA DE CINTA DE BARRO					
Muestra	Cantidad (gr)	TAMAÑO			Resultado
		Arenosa (tamaño: entre 0 - 5 cm)	Arcilla Arenoso (tamaño: Entre 5-15 cm)	Arcilloso (tamaño: Mayor a 15 cm)	
01					
02					
03					

Formato de resistencia

UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.		Fecha: 01/11/2023			
Prueba de Laboratorio: resistencia (Prueba de la bolita)		Prueba Nro. 06			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
PRUEBA DE RESISTENCIA (PRUEBA DE LA BOLITA)					
Muestra	Cantidad (gr)	Tamaño			Resultado
		Si existe Presencia de arcilla	No existe presencia de arcilla	La bola se rompe	
01					
02					
03					

Formato de muestreo de suelos



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS
Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.**

Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto **Fecha:** 03/12/2023

Prueba de Laboratorio: Muestreo del suelo **Prueba Nro.** 07

Ejecutado por: Celso N. Huillca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

MUESTREO DEL SUELO

Muestra	Cantidad (gr)	Muestra Representativa (gr)	Cantidad Total (gr)
01			
02			
03			
04			

Formato contenidos de humedad

12



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS
Y MECANICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.

Lugar: Comunidad Huaccoto distrito de San Jerónimo.

Fecha: 03/12/2023

Prueba de Laboratorio: Contenido de humedad

Prueba Nro. 08

Ejecutado por: Celso N. Huilca Hualparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

PRUEBA DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra	Cantidad (antes de poner al horno (gr))	Cantidad (después 24 horas en el horno (gr))	Cantidad Humedad (gr)
01			
02			
03			

□

Formato de granulometría



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS
Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.

Lugar: Laboratorio de pavimentos, Fecha: 03/12/2023
suelos y concreto

Prueba de Laboratorio: Ensayo de Prueba Nro. 09
granulometría


Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

PRUEBA DE GRANULOMETRÍA

Tamiz	Abertura	Peso Retenido	Porcentaje de Peso Retenido	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje que pasa
(pulg.)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
3/4	19.05				
3/8	9.5				
N 4	4.76				
N 8	2.38				
16	1.19				
30	0.59				
50	0.297				
100	0.149				
200	0.074				
Fondo					
Total Retenido					



Formato de Límite Líquido (Atterberg)

			
UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.			
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto		Fecha: 03/12/2023	
Prueba de Laboratorio: Ensayo de Límite Líquido.		Prueba Nro. 10	
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani			
PRUEBA DE ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO			
Muestra	1	2	3
Numero de Golpes			
Recipiente (Gr)			
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo (Gr)			
Peso de Recipiente + Suelo Seco (Gr)			
Peso del Agua (Gr)			
Peso de Recipiente			
Peso del Suelo Seco (Gr)			
Porcentaje de Humedad (%)			

Formato de Límite Plástico (Atterberg)

		
UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.		
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto		Fecha: 03/12/2023
Prueba de Laboratorio: Ensayo de límite Plástico.		Prueba Nro. 11
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani		
PRUEBA DE LIMITE PLASTICO		
Muestra	1	2
Recipiente (Gr)		
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo (Gr)		
Peso de Recipiente + Suelo Seco (Gr)		
Peso del Agua (Gr)		
Peso de Recipiente		
Peso del Suelo Seco (Gr)		
Porcentaje de Humedad (%)		

Formato de alabeo



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS
Y MECANICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.

Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto Fecha: 10/12/2023

Prueba de Laboratorio: Ensayo de Alabeo Prueba Nro. 13

Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

ENSAYO DE ALABEO-ADOBE CONTROL

ESPECIMEN Nro.	CARA A		CARA B	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
PROMEDIO				
PROMEDIO				
CONCAVIDAD				
PROMEDIO				
CONVEXIDAD				
ALABEO				
PROMEDIO				

Formato de absorción

Formato de absorción



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS
Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.

Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto **Fecha:** 10/12/2023

Prueba de Laboratorio: Ensayo de Absorción **Prueba Nro. 16**

Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

ENSAYO DE ABSORCIÓN – ADOBE TRADICIONAL

Espécimen	Peso Seco	Peso 1 Hora	Absorción %	Peso 6 Hora	Absorción %	Peso 12 Hora	Absorción %	Peso 24 hora	Absorción %
N	gr	gr	%	gr	%	gr	%	gr	%
1									
2									
3									
4									
5									
6									
Promedio									

Formato de succión

Formato de succión



UNIVERSIDAD CONTINENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS
Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE
HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.**

Lugar: Laboratorio de pavimentos, **Fecha:** 10/12/2023
suelos y concreto


Prueba de Laboratorio: Ensayo de **Prueba Nro. 20**
Succión

Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani

ENSAYO DE SUCCION DEL ADOBE CONTROL

Espécimen	Peso Seco	Largo	Ancho	Area	Tiempo de Succión	Peso con agua succionada	Succión
N	gr	cm	cm	cm	min	gr	Gr/min/200cm ²
1							
2							
3							
4							
5							
6							
Promedio							

Formato de erosión acelerada


 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.					
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 10/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Ensayo de erosión acelerada (Saet)			Prueba Nro.24		
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani					
ENSAYO DE EROSION ACELERADA (SWINBURNE - SAET) DEL ADOBE CONTROL					
Especimen	Caudal (ml/min)	Tiempo (min)	Oquedad (mm)	Resistencia	Resultados
1					
2					
3					
4					
5					
6					
PROMEDIO					

Formato de resistencia a la compresión



 Universidad Continental		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto			Fecha: 10/12/2023			
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la compresión			Prueba Nro.29			
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE COMPRESION DEL ADOBE CONTROL						
Especimen	Secado (días)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm ²)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Promedio						

Formato de resistencia a la flexión

		UNIVERSIDAD CONTINENTAL FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: INFLUENCIA DE LAS TIRAS DE PET EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ADOBE TRADICIONAL EN LA COMUNIDAD DE HUACCOTO DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023.						
Lugar: Laboratorio de pavimentos, suelos y concreto				Fecha: 10/12/2023		
Prueba de Laboratorio: Resistencia a la flexión				Prueba Nro. 33		
Ejecutado por: Celso N. Huilca Huallparimachi y Wilfredo Arphi Huamani						
ENSAYO DE FLEXION DEL ADOBE TRADICIONAL						
Espécimen	Secado (dia)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Carga máxima (Kg)	F'o (Kg/Cm2)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Promedio						

Matriz de consistencia

[**]

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema general	Objetivos general	Hipótesis general	Variable independiente	
¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?	Evaluar la influencia de las tiras de PET en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).	Las tiras de PET influyen significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).	Tiras de PET (Tereftalato de Polietileno)	Tipo de investigación Aplicada
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables dependientes	Nivel de investigación Descriptivo-Explicativo o causal
¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en el alabeo del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?	Determinar la influencia de las tiras de PET en el alabeo del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).	Las tiras de PET influyen significativamente en el alabeo del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)	Propiedades físicas	Enfoque de investigación cuantitativo
¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en la absorción del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?	Determinar la influencia de las tiras de PET en la absorción del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).	Las tiras de PET influyen significativamente en la absorción del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).	Alabeo, Absorción y Succión.	Diseño de investigación Experimental C: adobe control P1, P2 Y P3: Grupo de adobes mejorados con tiras de PET

¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en la succión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?	Determina la influencia de las tiras de PET en la succión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).	Las tiras de PET influyen significativamente en la succión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).	Propiedades mecánicas.	X1, X2 y X3 adobes adicionados con tiras de PET al 1 %, 2 % y 3 %
¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en la erosión acelerada Swinburne del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?	Determina la influencia de las tiras de PET en la erosión acelerada Swinburne del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)	las tiras de PET influyen significativamente en la erosión acelerada Swinburne del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).	Erosión acelerada Resistencia a la compresión y Resistencia a la flexión.	
¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en la resistencia a la compresión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?	Determina la influencia de las tiras de PET en la compresión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).	Las tiras de PET influyen significativamente en la resistencia a la compresión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).		
¿Cuál es la influencia de las tiras de PET en la resistencia a la flexión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023)?	Determina la influencia de las tiras de PET en la flexión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).	Las tiras de PET influyen significativamente en la resistencia a la flexión del adobe tradicional en la comunidad de Huaccoto, distrito de San Jerónimo, Cusco (2023).		

□