



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA E
INGENIERÍA METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**“EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA
ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A mi madre y a Dios, que desde el cielo me guiaron en cada obstáculo, brindándome fuerza y coraje para culminar mis estudios satisfactoriamente.

Mis hermanos y mi padre por haberme tolerado, educado, apoyado y sobre todo brindado su amor y respeto. En especial a mi hermano Guido Apaza Escobar, que afirmo mis aptitudes o capacidades.

Quisiera agradecer a Eduardo Luza Meneses, que instruyo a mi persona a conseguir una fortaleza personal, para poder continuar en la elaboración de este proyecto de investigación e inculco motivos suficientes de poder creer en mi intelecto.

Gladys Diana Apaza Escobar



AGRADECIMIENTOS

Mi cordial agradecimiento a mi alma mater “UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO”, en especial Facultad de ingeniería geológica y metalurgia y a la plana de educadores de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica. Que, con su guía educativa, enseñanzas, consejos aprendimos a no rendirnos y lograr cumplir nuestros objetivos.

Agradezco esencialmente a mi hermano Guido por guiarme en la vida, y ser mi mayor confidente, a mi familia por apoyarme en cada paso y en especial aquellos amigos que siempre creyeron en mi potencial y ser parte de mi vida.

Agradezco a mi asesor de tesis que en vida fue Dr. Erasmo Godofredo Carnero Lusa por su tiempo dedicado, motivación, comprensión y sobre todo su paciencia. Es una pena su partida y que dios lo ampare en su gloria. Dejo las líneas de la geotecnia en la EPIG, nunca lo olvidaremos.

Sobre todo, agradezco a mi nuevo asesor M. Sc. Leonel Palomino Ascencio por a ver sido parte de este reto, el cual me demostró coraje, paciencia y sabiduría.

Gladys Diana Apaza Escobar



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

RESUMEN 23

ABSTRACT..... 24

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA26

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA26

1.2.1. Formulación del problema general27

1.2.2. Formulación del problema específico27

1.3. OBJETIVOS27

1.3.1. Objetivo general27

1.3.2. Objetivos específicos27

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA28

1.4.1. Justificación teórica28

1.4.2. Justificación práctica28

1.4.3. Justificación económica.....28

1.5. HIPÓTESIS.....29



1.5.1.	Hipótesis general	29
1.5.2.	Hipótesis específicas	29

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
2.1.1.	Antecedentes internacionales	30
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	32
2.1.3.	Antecedentes locales	33
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	34
2.2.1.	Evaluación de yacimientos no metálicos.....	34
2.2.1.1.	Yacimientos no metálicos.....	35
2.2.1.2.	Tipos de yacimientos no metálicos.....	35
2.2.1.3.	Minerales de construcción para la elaboración de unidades de albañilería	36
2.2.1.4.	Prospección geotécnica de yacimiento no metálico	36
2.2.1.5.	Tipo de muestreo a pozos o cielo abierto	37
2.2.2.	Características del suelo y normativa	38
2.2.2.1.	Clasificación de suelos	39
2.2.2.2.	Sistema de clasificación de suelos.....	42
2.2.3.	Características de las unidades de albañilería ecológicas.....	48
2.2.3.1.	Tipos de unidades de albañilería ecológicas.....	50
2.2.3.2.	Proceso de elaboración de unidad de albañilería.....	52
2.2.3.3.	Composición de unidades de albañilería ecológica.....	53
2.2.3.4.	Mezcla suelo – cemento – agua.....	57



2.2.4.	Propiedades físico – mecánicas de las unidades de albañilería de acuerdo a las normas técnicas.....	58
2.2.5.	Unidades de albañilería Norma Técnica E.070 según M. Sc. Torre	61
2.2.5.1.	Clasificación para fines estructurales	62
2.2.5.2.	Limitaciones en su aplicación.....	63
2.2.5.3.	Aceptación de la unidad	64
2.2.6.	Mortero	64
2.3.	MARCO GEOLÓGICO	65
2.4.	MARCO NORMATIVO PERUANO	69
2.4.1.	Norma Técnica Peruana	69
2.4.2.	Norma Técnica Peruana CE. 010 pavimentos urbanos del RNE070	69
2.4.3.	Norma Técnica Peruana E-070.....	70

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	MATERIALES Y EQUIPOS DE LA INVESTIGACIÓN	71
3.2.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	73
3.2.1.	Tipo de investigación	73
3.2.2.	Nivel y tiempo de investigación	75
3.2.3.	Diseño de la investigación.....	75
3.2.3.1.	Definición de variables e indicadores.....	75
3.2.4.	Población y muestra	76
3.3.	MÉTODO DE TRABAJO	76
3.3.1.	Etapas de Gabinete.....	77



3.3.2.	Etapa de registro exploratorio I	77
3.3.3.	Etapa de laboratorio I	78
3.3.4.	Etapa de registro exploratorio II.....	78
3.3.5.	Etapa de laboratorio II	79
A.	Análisis granulométrico.....	80
B.	Determinación de índice plástico.	81
3.3.6.	Etapa de elaboración de unidades.....	84
3.3.7.	Etapa de laboratorio III.....	87
3.4.	CONFIABILIDAD	92
3.4.1.	Prospección campo	92
3.4.2.	Características de suelo	92
3.4.3.	Dosificación y diseños de unidades de albañilería	92
3.4.4.	Propiedad de las unidades de albañilería ecológicas	93
3.5.	LIMITACIONES.....	93

CAPÍTULO IV

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1.	UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.....	95
4.2.	GEOLOGÍA LOCAL.....	99
4.2.1.	Grupo Tacaza.....	99
4.2.2.	Formación Sencca	100
4.2.3.	Cuatenario Aluvial.	100
4.2.4.	Geomorfología local	104
4.3.	CLIMA Y VEGETACIÓN	106
4.4.	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE CALICATAS SECTORES DE AYUNCORA – VILUYO	106



CAPÍTULO V	109
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	109
5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS PARA YACIMIENTOS NO METÁLICOS	109
5.1.1. Yacimiento 1	109
5.1.2. Yacimiento 2	111
5.1.3. Yacimiento 3	112
5.1.4. Yacimiento 4	114
5.1.5. Discusión del diagnóstico de características de los suelos para yacimientos no metálicos	119
5.2. ANÁLISIS DE DOSIFICACIONES PARA UNA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS	120
5.2.1. Preparación y elaboración de ladrillos ecológicos	120
5.2.2. Prueba Grupo 1	120
5.2.3. Prueba Grupo 2	121
5.2.4. Prueba Grupo 3	121
5.2.5. Discusión de dosificaciones para una óptima elaboración de las unidades de albañilería	123
5.3. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS QUE PRESENTAN LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICOS	124
5.3.1. Ensayos de Variación Dimensional	124
5.3.2. Ensayos de Alabeo	124



5.3.3. Ensayos de absorción	127
5.3.4. Ensayos de resistencia a la compresión	128
5.3.5. Resultados finales para definición de clase de unidades de albañilería para fines estructurales	130
5.3.6. Discusión de características físico - mecánicas que presentan las diferentes dosificaciones de las unidades de albañilería ecológicos	134
VI. CONCLUSIONES	135
VII. RECOMENDACIONES.....	137
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	138
ANEXOS.....	148

ÁREA : Ingeniería Geotecnia.

Tema : “Evaluación de Yacimientos No Metálicos en la Elaboración de Unidades de Albañilería Ecológicas en la Ciudad de Puno”

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29 de diciembre 2021.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación de sedimentos según su tamaño.	38
Figura 2: Estados que atraviesa el suelo.	40
Figura 3: Carta de plasticidad.	41
Figura 4: Curva granulométrica según Cc y Cu de Borselli.	47
Figura 5: Medidas de la unidad de albañilería.	49
Figura 6: Partes de una unidad de albañilería.	50
Figura 7: Ladrillos para uso piso – muros.	51
Figura 8: Máquina moldeadora CINVA-RAM.	52
Figura 9: Sección de suelo tamizado.	54
Figura 10: Comparación de resistencia a la compresión cemento Rumi Max	56
Figura 11: Simbología e diseño para tipos de investigaciones del proyecto.	75
Figura 12: Procedimientos metodológicos de la investigación.	76
Figura 13: Calicata a una profundidad moderada.	77
Figura 14: Reconocimiento de anomalías en el terreno.	79
Figura 15: Cuarteo y tamizado de muestra.	81
Figura 16: Proceso de homogeneización en copa Casagrande.	82
Figura 17: Porción de masa homogénea en rollitos de diámetro 3 mm.	83
Figura 18: Resultado del proceso de zarandero por malla N° 14.	85
Figura 19: Mezcla en proceso de homogeneización.	86
Figura 20: Limpieza de escorias para un mejor acabado.	86
Figura 21: Ensayo de variación dimensional-medida altura, ancho y largo.	88
Figura 22: Ensayo de alabeo- reconocimiento de convexo o cóncavo.	89
Figura 23: Ensayo de absorción-24 horas de sumergido la unidad.	90
Figura 24: Ensayo de Resist. de Compresión – rupturas presentadas.	91



Figura 25: Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	98
Figura 26: Mapa de accesibilidad de la zona de estudio.	99
Figura 27: Vista estratificación del Grupo Tacaza.	99
Figura 28: Vista de rocas de la Formación Sencca.....	100
Figura 29: Vista de los depósitos aluviales separados por el caudal.	101
Figura 30: Mapa geológico local de la zona de estudio	103
Figura 31: Mesetas volcánicas del Grupo Tacaza.	104
Figura 32: Vista de panorámica de las unidades geomorfológicas.	106
Figura 33: Vista perfil del yacimiento no metálico.	107
Figura 34: Porcentaje estadístico de yacimiento 1.	110
Figura 35: Porcentaje estadístico de yacimiento 2.	112
Figura 36: Porcentaje estadístico de yacimiento 3.	114
Figura 37: Porcentaje estadístico de yacimiento 4.	115
Figura 38: Análisis estadísticos de NTP y los yacimientos.....	116
Figura 39: La variación de la resistencia a la comprensión de grupos.....	129
Figura 40: Plano satelital del proyecto (anexos).	149
Figura 41: Plano topográfico (anexos).	150
Figura 42: Plano de ubicación calicatas (anexos).....	151
Figura 43: Registro de exploración calicata CPV-1 y CPV-2 (anexos).	152
Figura 44: Registro de exploración calicata CPV-3 y CPV-4 (anexos).	153
Figura 45: Registro de exploración calicata CPV-5 y CPV-6 (anexos).	154
Figura 46: Registro de exploración calicata CPV-6-2 y CPV-7 (anexos).	155
Figura 47: Registro de exploración calicata CPV-8 y CPV-9 (anexos).	156
Figura 48: Registro de exploración calicata CPV-10 y CPV-11 (anexos).	157
Figura 49: Registro de exploración calicata CPV-12 y CPV-13 (anexos).	158



Figura 50: Tamices Tyler (anexos).....	201
Figura 51: Cuchara de Casagrande (anexos).....	201
Figura 52: Balanza de precisión para límites (anexos).....	201
Figura 53: Balanza de analítica para granulometría (anexos).....	201
Figura 54: Tamices N° 40 y °200 (anexos).....	201
Figura 55: Muestras de campo (anexos).....	201
Figura 56: Muestra de granos no pasantes en malla (anexos).....	201
Figura 57: Toma de peso del espécimen en cada tamiz (anexos).....	201
Figura 58: Resultados granulométricos muestra CPV – 01 (anexos).....	202
Figura 59: Resultados granulométricos muestra CPV – 02 (anexos).....	202
Figura 60: Resultados granulométricos muestra CPV – 03 (anexos).....	202
Figura 61: Resultados granulométricos muestra CPV – 04 (anexos).....	202
Figura 62: Resultados granulométricos muestra CPV – 05 (anexos).....	202
Figura 63: Resultados granulométricos muestra CPV – 06 (anexos).....	202
Figura 64: Resultados granulométricos muestra CPV 06-02 (anexos).....	203
Figura 65: Resultados granulométricos muestra CPV– 07 (anexos).....	203
Figura 66: Resultados granulométricos muestra CPV – 08 (anexos).....	203
Figura 67: Resultados granulométricos muestra CPV – 09 (anexos).....	203
Figura 68: Resultados granulométricos muestra CPV – 10 (anexos).....	203
Figura 69: Resultados granulométricos muestra CPV – 011 (anexos).....	203
Figura 70: Resultados granulométricos muestra CPV – 12 (anexos).....	203
Figura 71: Resultados granulométricos muestra CPV – 13 (anexos).....	203
Figura 72: Prensa manual Cinva Ram (anexos).....	204
Figura 73: Rombo mezclador (anexos).....	204
Figura 74: Cemento Rumi Max (anexos).....	204



Figura 75: Desmonte de materia prima (anexos).	204
Figura 76: Porcentaje de agua (anexos).....	204
Figura 77: Verificación de humedad (anexos).	204
Figura 78: Proceso de extracción de mezcla del Rombo (anexos).....	204
Figura 79: Mezcla consistente en ambiente cerrado (anexos).....	204
Figura 80: Mezcla comprimida (anexos).....	205
Figura 81: Unidad de albañilería em proceso de ascensión (anexos).....	205
Figura 82: Unidad de albañilería en superficie de la prensa (anexos).....	205
Figura 83: Proceso de transporte de la UAE (anexos).	205
Figura 84: Unidad de albañilería en un ambiente cerrado (anexos).....	205
Figura 85: Grupo de unidad en ambiente cerrados (anexos).....	205
Figura 86: Grupo de unidades en proceso de curado y secado (anexos).....	205
Figura 87: Proceso final de secado de acuerdo a los intervalos de días (anexos).	205
Figura 88: Unidades de albañilería en laboratorio (anexos).....	206
Figura 89: Se agrupan de acuerdo a la dosificación (anexos).	206
Figura 90: Se procede a clasificar por días de secado y curado (anexos).	206
Figura 91: Hornos de laboratorio (anexos).....	206
Figura 92: Proceso de secado (anexos).	206
Figura 93: Registro del peso de la unidad (anexos).	206
Figura 94: Unidades sumergidas por 5 horas (anexos).	207
Figura 95: Unidades sumergidas por 24 horas (anexos).	207
Figura 96: Preparado de mortero – peso del cemento (anexos).	207
Figura 97: Mortero cemento - yeso peso 1:1 (anexos).....	207
Figura 98: Proceso del mezclado de yeso-cemento (anexos).....	207
Figura 99: Aleación de mortero hasta una consistencia homogénea (anexos).....	207



Figura 100: Mezcla finalizada y homogeneizada (anexos).	207
Figura 101: Unidades de albañilería ecología puesta sobre el mortero (anexos).	208
Figura 102: Grupo 3-21 días, en alineación de morteros en la base 3 mm (anexos)...	208
Figura 103: Grupo 1 - 7 días alineación de mortero (anexos).	208
Figura 104: Grupo 1 -7 presión de fuerza para nivelación (anexos).	208
Figura 105: Grupo 1 - 7 días dosificación capa de 3mm (anexos).	208
Figura 106: Grupo 1 dosificaciones distintos tiempos de secado (anexos).	209
Figura 107: Mortero de lado contrario para su nivelación (anexos).	209
Figura 108: Proceso de secado de la unidad de albañilería (anexos).	209
Figura 109: Secado por 24 horas (anexos).	209
Figura 110: Máquina de compresión axial (anexos).	209
Figura 111: Grupo 3-21 días fracturas presentadas (anexos).	210
Figura 112: Presencia de dos fisuras Grupo 2-28 días (anexos).	210
Figura 113: La unidad presenta una fractura Grupo 1-28 días secado (anexos).	210
Figura 114: Fractura. presentada en la altura menor de la unidad (anexos).	210
Figura 115: Algunas veces un ambiente húmedo provoca la fractura (anexos).	210
Figura 116: Yacimiento 1 - vista frontal y granulometría (anexos).	216
Figura 117: Yacimiento 2 - vista frontal y granulometría (anexos).	216
Figura 118: Yacimiento 4 - vista frontal y granulometría (anexos).	216
Figura 119: Yacimiento 5 fuera de la ciudad de Puno (anexos).	216
Figura 120: Análisis granulométrico del yacimiento 5 (anexos).	216
Figura 121: Vista panorámica yacimientos 6 fuera de Puno (anexos).	216
Figura 122: Análisis granulométrico del yacimiento 6 (anexos).	216
Figura 123: Vista frontal yacimientos 6 fuera Puno (anexos).	216



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de suelos basados en el tamaño	39
Tabla 2: Clasificación de suelos según índice de plasticidad	42
Tabla 3: Retención de material en tamices	43
Tabla 4: Sistema de clasificación AASHTO.	43
Tabla 5: Símbolo del sistema unificado primera letra.	44
Tabla 6: Símbolo de sistema unificado segunda letra.	45
Tabla 7: Sistema de clasificación de SUCS.....	47
Tabla 8: Clasificación de contenido finos.	47
Tabla 9: Medidas de una unidad de albañilería.	49
Tabla 10: Composición de Clinker.	55
Tabla 11: Características técnicas del cemento de acuerdo a la Normativa.	56
Tabla 12: Porcentajes de dosificación de los suelos.....	58
Tabla 13: Diseño de mezclas en dosificaciones.	58
Tabla 14: Resistencia de tipos de ladrillos.	62
Tabla 15: Limitaciones de empleos para unidades de albañilería.	63
Tabla 16: Tipos de investigaciones del proyecto.....	74
Tabla 17: Dosificaciones por grupos.	92
Tabla 18: Ubicación política del proyecto.....	95
Tabla 19: Ubicación geográfica del proyecto.....	95
Tabla 20: Vía de acceso al proyecto.	96
Tabla 21: Columna estratigráfica del proyecto.....	101
Tabla 22: Descripción de unidades geomorfológicos.....	105
Tabla 23: Características geológicas de las calicatas.	108
Tabla 24: Parámetros de evaluación del yacimiento 1	110



Tabla 25: Parámetros de evaluación del yacimiento 2	111
Tabla 26: Parámetros de evaluación del yacimiento 3	113
Tabla 27: Parámetros de evaluación del yacimiento 4	115
Tabla 28: Análisis estadístico de los yacimientos.	116
Tabla 29: Características tomada en laboratorio.	118
Tabla 30: Peso de dosificación mezcla para la unidad Grupo 1.	121
Tabla 31: Peso de dosificación mezcla para la unidad Grupo 2.	121
Tabla 32: Resultado de elaboración de la unidad Grupo 3	122
Tabla 33: Elaboración de unidades de albañilería ecológica para control de calidad.	122
Tabla 34: Promedio del ensayo de variación dimensional.	125
Tabla 35: Promedio del ensayo de alabeo.	126
Tabla 36: Promedio del ensayo de absorción G-1.	127
Tabla 37: Promedio del ensayo de absorción G-2.	128
Tabla 38: Promedio del ensayo de absorción G-3	128
Tabla 39: Promedio del ensayo a resistencia a la compresión.....	129
Tabla 40: Tabla de resultados para definición de unidad de albañilería Grupo 1.	131
Tabla 41: Tabla de resultados para definición de unidad de albañilería Grupo 2.	132
Tabla 42: Tabla de resultados para definición de unidad de albañilería Grupo 3.	133
Tabla 43: Análisis granulométrico e IP de CPV-1 (anexos).....	159
Tabla 44: Análisis granulométrico e IP de CPV-2 (anexos).....	160
Tabla 45: Análisis granulométrico e IP de CPV-3 (anexos).....	161
Tabla 46: Análisis granulométrico e IP de CPV-4 (anexos).....	162
Tabla 47: Análisis granulométrico e IP de CPV-5 (anexos).....	163
Tabla 48: Análisis granulométrico e IP de CPV-6 (anexos).....	164
Tabla 49: Análisis granulométrico e IP de CPV-6-2 (anexos).	165



Tabla 50: Análisis granulométrico e IP de CPV-7 (anexos).....	166
Tabla 51: Análisis granulométrico e IP de CPV-8 (anexos).....	167
Tabla 52: Análisis granulométrico e IP de CPV-9 (anexos).....	168
Tabla 53: Análisis granulométrico e IP de CPV-10 (anexos).....	169
Tabla 54: Análisis granulométrico e IP de CPV-11(anexos).....	170
Tabla 55: Análisis granulométrico e IP de CPV-12 (anexos).....	171
Tabla 56: Análisis granulométrico e IP de CPV-13 (anexos).....	172
Tabla 57: Resultados de mecánica de suelos (anexos).	173
Tabla 58: Ensayos de variación dimensional Grupo 1-7 días (anexos).....	174
Tabla 59: Ensayos de alabeo Grupo 1-7 días (anexos).....	175
Tabla 60: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 1-7 días (anexos).	176
Tabla 61: Ensayos de absorción Grupo 1-7 días (anexos).....	176
Tabla 62: Ensayos de variación dimensional Grupo 1-21 días (anexos).....	177
Tabla 63: Ensayos de alabeo Grupo 1-21 días (anexos).....	178
Tabla 64: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 1-21 días (anexos).	179
Tabla 65: Ensayos de absorción Grupo 1-21 días (anexos).....	179
Tabla 66: Ensayos de variación dimensional Grupo 1-28 días (anexos).....	180
Tabla 67: Ensayos de alabeo Grupo 1-28 días (anexos).....	181
Tabla 68: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 1-28 días (anexos).	182
Tabla 69: Ensayos de absorción Grupo1-28 días (anexos).....	182
Tabla 70: Ensayos de variación dimensional Grupo 2-7 días (anexos).....	183
Tabla 71: Ensayos de alabeo Grupo 2-7 días (anexos).....	184
Tabla 72: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 2-7 días (anexos).	185
Tabla 73: Ensayos de absorción Grupo 2-7 días (anexos).....	185
Tabla 74: Ensayos de variación dimensional Grupo 2-21 días (anexos).....	186



Tabla 75: Ensayos de alabeo Grupo 2-21 días (anexos).....	187
Tabla 76: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 2-21 días (anexos).	188
Tabla 77: Ensayos de absorción Grupo 2-21 días (anexos).....	188
Tabla 78: Ensayos de variación dimensional Grupo 2-28 días (anexos).....	189
Tabla 79: Ensayos de variación dimensional Grupo 2-28 días (anexos).....	190
Tabla 80: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 2-28 días (anexos).	191
Tabla 81: Ensayos de absorción Grupo 2-28 días (anexos).....	191
Tabla 82: Ensayos de variación dimensional Grupo 3-7 días (anexos).....	192
Tabla 83: Ensayos de alabeo Grupo 3-7 días (anexos).....	193
Tabla 84: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 3-7 días (anexos).	194
Tabla 85: Ensayos de absorción Grupo 3-7 días (anexos).....	194
Tabla 86: Ensayos de variación dimensional Grupo 3-21 días (anexos).....	195
Tabla 87: Ensayos de alabeo Grupo 3-21 días (anexos).....	196
Tabla 88: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 3-21 días (anexos).	197
Tabla 89: Ensayos de absorción Grupo 3-21 días (anexos).....	197
Tabla 90: Ensayos de variación dimensional Grupo 3-28 días (anexos).....	198
Tabla 91: Ensayos de alabeo Grupo 3-28 días (anexos).....	199
Tabla 92: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 3-28 días (anexos).	200
Tabla 93: Ensayos de absorción Grupo 3-28 días (anexos).....	200
Tabla 94: Análisis de granulométrico e IP de yacimiento 1 (anexos).	211
Tabla 95: Análisis de granulométrico e IP de yacimiento 2 (anexos)	212
Tabla 96: Análisis de granulométrico e IP de yacimiento 3 (anexos).	213
Tabla 97: Análisis de granulométrico e IP de yacimiento 4 (anexos).	214
Tabla 98: Resultados de mecánica de suelos de los yacimientos (anexos).	215



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

INGEMMET	:	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
DITA	:	Darwin Information Typing Architecture.
OEA	:	Organización de los Estados Americanos.
UANCV	:	Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
NTC	:	Normas Técnicas Colombianas.
NSR-10	:	El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.
NTC-4017	:	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
AASHTO	:	La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes.
SUCS	:	Sistema Unificado de Clasificación.
INACAP	:	Instituto Nacional de Capacitación Profesional.
UNH	:	Universidad de New Hampshire.
ULPGC	:	Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
NTP	:	Norma Técnica Peruana.
MTC	:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
MIT	:	Instituto Tecnológico de Massachusetts.
SGC	:	Sistema de Gestión de Calidad.
E070	:	Norma Técnica de Edificaciones.
CE. 010	:	Norma Técnicas de Cimentaciones.
ICG	:	Instituto de la construcción y gerencia
LANDSAT	:	Earth Resources Tecnology Satellite.
ASTM	:	Sociedad Anónima de Pruebas y Materiales.



ÍNDICE DE ABREVIATURAS

BTC	:	Bloques de Tierra Comprimida.
GPS	:	Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System).
EPP	:	Equipo de Protección Personal.
SAC	:	Sociedad Anónima Cerrada.
EIRL	:	Empresa Individual de Responsabilidad Limitada.
UAE	:	Unidades de Albañilería Ecológicas.
LC	:	Límite de Contracción.
LL	:	Límite líquido.
LP	:	Límite plástico.
IP	:	Índice de plasticidad.
NP	:	No presencia.
Cc	:	Coefficiente de curvatura.
Cu	:	Coefficiente de uniformidad.
PM	:	La resistencia a la comprensión.
PF	:	Variación Dimensional.
PF1	:	Alabeo.
PM	:	Absorción.
GW	:	Grava bien gradada.
GP	:	Grava mal gradada.
SW	:	Arena bien gradada.
SP	:	Arena mal gradada.
GM	:	Grava limosa.



GC	:	Grava arcillosa.
SM	:	Arena limosa.
SC	:	Arena arcillosa.
ML	:	Limo baja plasticidad.
OL	:	Orgánico baja plasticidad.
CH	:	Arcilla alta plasticidad.
MH	:	Limo alta plasticidad.
CL	:	Arcilla baja plasticidad.
OH	:	Orgánico alta plasticidad.
CO	:	Monóxido de carbono.
CO ₂	:	Dióxido de carbono.
NO	:	Óxido de nitrógeno.
SO ₂	:	Dióxido de azufre.
As	:	Arsénico.
Cd	:	Cadmio.
Ni	:	Níquel.
Zn	:	Zinc.
Hg	:	Mercurio.
Cr	:	Cromo.
V	:	Vanadio.
H ₂ O	:	Agua.
3CaO.SiO ₂	:	Silicato tricálcico.
3CaO. Al ₂ O ₃	:	Aluminato tricálcico.
4CaO.(Al ₂ O ₃ ,Fe ₂ O ₃)	:	Ferroaluminato tetracálcico.
2CaO.SiO ₂	:	Silicato dicálcico.



CaO	:	Óxido de calcio.
MgO	:	Óxido de magnesio.
SO ₃	:	Trióxido de azufre.
CaCO ₃	:	Carbonato de calcio.
Kn	:	Carga Newton.
Hz	:	Hertzios.
Resist.	:	Resistencia.
Pg. N-Tac	:	Grupo Tacaza.
Ns-Se Fm	:	Formación Sencca.
Q-al	:	Cuaternario.
CPV	:	Canteras o calicatas.



RESUMEN

La presente investigación se realizó en el sector de Ayuncora – Viluyo, Distrito de Pichacani, Provincia Puno, donde se propuso como objetivo la evaluación de las características de yacimientos no metálicos para hallar una dosificación óptima, que permitió la elaboración de unidades de albañilería ecológica en la Ciudad de Puno. La investigación es experimental, consiste en la selección de un yacimiento no metálico que posee características adecuadas, cuya composición debe contener finos, límites líquidos e índice de plasticidad, que permitió determinar las resistencias en la elaboración de unidades de albañilería ecológicas. De acuerdo a los estudios realizados los yacimientos 1 y 2 son arenas limosas, el yacimiento 4 es grava limosa siendo no aptas por su bajo parámetro, por el cual es rechazado, sin embargo, el yacimiento 3 es de arcilla de alta plasticidad, de la cual se elaboraron 14 calicatas; de acuerdo a sus características son aptas CPV (2-4-5-11-12-13), son moderadamente aptas: CPV (1-6-6.2-9-10), y no son aptas porque no presentan plasticidad son; CPV (3-7-8). De la cantera CPV 12, se elaboraron grupos de dosificación: Grupo 1: con 73% suelo, 18% cemento y 9% agua.; Grupo 2: 76% suelo, 15% cemento y 9% agua; Grupo 3: 79% suelo, 12% cemento y 9% agua. Los resultados obtenidos en el Grupo N° 1 a 7 días se logró una resistencia de 20.7 kg/cm², a los 21 días una resistencia de 35.5 kg/cm² y a los 28 días kg/cm²; del Grupo N° 2 a 7 días se logró una resistencia de 19.8 kg/cm², a los 21 días una resistencia de 32.6 kg/cm² y a los 28 días 60.1 kg/cm²; Grupo N° 3 a 7 días se logró una resistencia de 17.7 kg/cm², a los 21 días una resistencia de 30.4 kg/cm² y a los 28 días 58.3 kg/cm²; El grupo N° 1 es el adecuado para la elaboración de las unidades de albañilería.

Palabras Clave: Limo-arcillas, unidades albañilería ecológicas, yacimientos no metálicos.



ABSTRACT

The present research was carried out in the Ayuncora - Viluyo sector, Pichacani District, Puno Province, where the objective of evaluating the characteristics of non-metallic deposits was proposed to find an optimal dosage, which achieved the elaboration of ecological masonry units in the City of Puno. The research is experimental, it consists in the selection of a non-metallic deposit with adequate characteristics, whose composition must contain fines, limits and plasticity index, which will determine the resistance in the elaboration of ecological masonry units. According to the studies carried out, deposits 1 and 2 are silty sands, deposit 4 is silty gravel, being unsuitable due to its low parameter, for which it is rejected, however, deposit 3 is made of highly plasticity clay, of the which were made 14 pits; According to their characteristics, CPV (2-4-5-11-12-13) are suitable, they are moderately suitable: CPV (1-6-6.2-9-10), and they are not suitable because they do not present plasticity are; CPV (3-7-8). From the CPV 12 quarry, dosage groups were elaborated: Group 1: with 73% soil, 18% cement and 9% water. Group 2: 76% soil, 15% cement and 9% water; Group 3: 79% soil, 12% cement and 9% water. The results obtained in Group No. 1 at 7 days achieved a resistance of 20.7 kg / cm², at 21 days a resistance of 35.5 kg / cm² and at 28 days kg / cm²; from Group No. 2 at 7 days a resistance of 19.8 kg / cm² was achieved, at 21 days a resistance of 32.6 kg / cm² and at 28 days 60.1 kg / cm²; Group No. 3 at 7 days a resistance of 17.7 kg / cm² was achieved, at 21 days a resistance of 30.4 kg / cm² and at 28 days 58.3 kg / cm²; Group N ° 1 is suitable for the elaboration of masonry units..

Key Words: Ecological masonry units, non-metallic deposits, silt-clays.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Una de las razones de esta investigación se orienta a describir las características de los suelos de los yacimientos no metálicos, que pueden ser empleadas para la elaboración de unidades de albañilería ecológicas, debido a la carencia de información que se tiene de estos yacimientos no metálicos ubicados en la ciudad de Puno, ya que estos pueden ser empleados para la reducción de costos, aminorando el presupuesto final de la construcción de una vivienda, eliminando los costos adicionales de recubrimiento de muros.

Según las investigaciones publicadas por la oficina de ORDENAMIENTO TERRITORIAL el cual hizo una microzonificación en Puno, logra la identificación de diferentes unidades litológicas y diferentes usos. Por otro lado, la investigación del INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA -ICG; hicieron la elaboración de eco ladrillos, mitigando las emisiones fijas a la atmósfera, según DIRESA el 64% de factor contaminante son las ladrilleras artesanales, sus emisiones fueron productos de la fabricación de ladrillos cuyo combustible son carbón mineral antracita, llantas, plásticos y otros materiales altamente inflamables, en el proceso de su cocción se emitió gases cuales son los CO_x , SO_x , NO_x , fluorados, etc. Los elementos contaminantes emitidos son CO_2 , CO, NO, SO_2 y elementos como As, Cd, Ni, Zn, Hg, Cr, V, que produce las ladrilleras artesanales e industriales.

En función a lo anterior, las unidades de albañilería ecológicas se ven favorecidas por la composición de limo-arcilla y cemento, logrando buenas características físico-mecánicas, debido a que estos yacimientos no metálicos de limo-arcilla se sitúan



alrededor del sector Ayuncora-Viluyo en el Distrito de Pichacani- Provincia Puno, para su extracción y posterior producción de las unidades de albañilerías ecológica.

De esta manera nos planteemos la siguiente pregunta ¿De qué manera se usa los yacimientos no metálicos en la elaboración de unidades de albañilería ecológicos en la ciudad de Puno?, por lo que se utilizó como guía del trabajo de investigación “La buena evaluación de yacimientos no metálicos que permiten elaborar buenas unidades de albañilería ecológica en la ciudad de Puno” seguido del objetivo general de “Evaluar yacimientos no metálicos para hallar una dosificación adecuada, que nos permita elaborar unidades de albañilería ecológica en la ciudad de Puno”.

En la presente investigación se arriba a conclusiones y recomendaciones que son producto de los resultados hallados en el trabajo de gabinete y laboratorio, explorados, analizados, y hallados de forma real y verificable, dentro del campo de la investigación científica.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación producida por las ladrilleras artesanales e industriales en los alrededores de nuestra ciudad es desmedida y no es controlada, ya que la demanda de dicho material es un insumo básico para el proceso de construcción de las viviendas en nuestra localidad, ya que el auge de la construcción va creciendo y se busca la reducción de la contaminación debido al proceso de elaboración de dicho material.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Todo esto nos conlleva a hacernos las siguientes interrogantes:



1.2.1. Formulación del problema general

¿Cuáles son las características de los yacimientos no metálicos, en la elaboración de unidades de albañilería ecológica en la ciudad de Puno?

1.2.2. Formulación del problema específico

a) ¿Qué características presentan los suelos de los yacimientos no metálicos de la ciudad de Puno?

b) ¿Cuál es una óptima dosificación de diseño para las unidades de albañilería ecológicos en la ciudad de Puno?

c) ¿Qué características físico - mecánicas presentan las unidades de albañilería ecológicos en sus diferentes dosificaciones de la ciudad de Puno?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar las características de los yacimientos no metálicos para hallar una dosificación óptima, que nos permita elaborar las unidades de albañilería ecológica en la ciudad de Puno.

1.3.2. Objetivos específicos

a) Describir las características de los suelos de yacimientos no metálicos de ciudad de Puno.

b) Analizar las dosificaciones propuestas para una óptima elaboración de las unidades de albañilería ecológica en la ciudad Puno.

c) Evaluar las características físico - mecánicas que presentan las diferentes dosificaciones de las unidades de albañilería ecológicos en la ciudad de Puno.



1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.4.1. Justificación teórica

Esta investigación se realiza con el propósito es aportar al conocimiento existente sobre la exploración de yacimientos no metálicos, hallando y determinando sus características principales, ayudando a identificar y contribuir el grado de necesidad de otras áreas.

Además de generar nuevos diseños de unidades de albañilería “Ecológicos”, que aminoren la contaminación en la ciudad de Puno, asimismo de aprovechar el uso de materiales que se encuentren en la zona, proponiendo nuevos sistemas de diseño y metodologías a partir de este bloque de albañilería.

1.4.2. Justificación práctica

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de planear unidades de albañilería ecológicas, que ayuden a nuestra sociedad con la reducción de la contaminación producida al elaborar las unidades de albañilerías artesanales-convencionales.

1.4.3. Justificación económica

Reducir el costo de elaboración de cada bloque ecológico generando ganancias al proveedor que se encargara de la producción continua y eficiente, dando un lugar en el mercado a nivel local y extendiéndose a nivel nacional.

Al ser más rentable a la sociedad el utilizar este material, logra disminuir el costo final del colocado, por ser más práctico y tener un acabado caravista, el cual no necesitara un recubrimiento o tarrajeo.



1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

Las características que presentan los yacimientos no metálicos son adecuadas para la elaboración de diseño de una dosificación óptima de las unidades de albañilería ecológica en la ciudad de Puno.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) Las características de los suelos de yacimientos no metálicos en la ciudad de Puno presentan deficiencias para el diseño de unidades de albañilería ecológicas.
- b) Existen diferentes dosificaciones de suelo-cemento que permiten desarrollar una óptima unidad de albañilería ecológicas.
- c) Las unidades de albañilería ecológica con una óptima dosificación obtiene un buen desempeño Físico-Mecánico para poder ser usado en la ciudad de Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Echeverry y Jaramillo, 2017). La investigación presente en "Elaboración de (BTC) bloques de tierra comprimida con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales alternativos", busca una alternativa para un material de construcción que sea elaborado de forma general y natural, ya que la sociedad tiene una alta demanda de adquisición de viviendas generando gastos económicos elevados. Obtuvo una solución para la problemática mencionada, generando una nueva alternativa de construcción conformada de bloques de tierra comprimida, cual se considera artesanal, por su forma de elaboración y composición.

Teniendo en cuenta el artículo "Esfuerzos y deformaciones elásticas de los suelos" desarrolla los ensayos de elasticidad y plasticidad, sin embargo, se observa dificultades ya que los suelos presentan porosidad y algunas condiciones no favorables, para ello se determina el módulo de Young y el índice de Poisson mediante los ensayos de laboratorio o de campo. Para la resistencia del bloque se hace de la siguiente proporción; suelo (90%), cemento (3% a 5%), luego de 4 semanas de secado son llevados nuevamente a laboratorio para las pruebas de resistencia individual, el cual indica el aumento la resistencia en las cargas axiales y acuerdo al tiempo de secado.

(Valda, 2019). La investigación "Bloques prensados de suelo-cemento como alternativa ecológica frente a los ladrillos tradicionales de arcilla cocida". Se analizó la producción de ladrillos de arcilla cocida, ya que esta práctica genera emisiones de dióxido



de carbono afectando negativamente el ambiente y la sociedad. Para ello comentan sobre la alternativa ecológica de ladrillos suelo-cemento, en la cual se hizo una evaluación de los bloques suelo- cemento en diferentes proporciones del aditivo, cuyos porcentajes fueron (2%, 4%, 6%, 8% y 10%), el cual fueron sometidos a diferentes ensayos de resistencia a la comprensión, adsorción y durabilidad. Sus resultados fueron exitosos ya que los bloques de 8 % y 10% presentan características favorables a partir de los 7 días de secado o fabricación, también indican que los otros porcentajes de 4% y 6% son favorables a partir de los 28 días de secado, indicando que son hábiles para la construcción de viviendas.

(Lopez y Guerrero, 2020). En esta investigación del proyecto “Elaboración de bloques ecológicos implementando sistemas de producción alternativos, para la construcción de viviendas sostenibles y sustentables” se estudió una alternativa de aprovechamiento de la materia prima de su región, para generar la producción de ladrillos ecológicos con beneficios económicos, ecológicos y ambientales. Se describe el proceso de producción de ladrillos dando origen a la alternativa novedosa de construcción, por ende, los resultados permitieron demostrar constructivamente sus cualidades de acuerdo a la NSR-10 y la Norma Técnica Colombiana, según la evaluación de sus propiedades físicas y mecánicas.

También nos da en conocimiento sobre las propiedades físicas de los bloques ecológicos según su adsorción de agua y las propiedades mecánicas la resistencia a la compresión (NTC-4017). Indica también los niveles de mitigación del impacto ambiental en relación a la producción de ladrillo de arcilla de manera tradicional. Dichos ensayos garantizan el cumplimiento de los estándares de calidad de resistencia a la compresión y los principios fundamentales de la estática, generando confianza a una estructura arquitectónica y sismorresistente.



2.1.2. Antecedentes nacionales

(Lozada, 2018). La investigación de "Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras - Provincia de Utcubamba". La cartografía ondulada es un acceso fácil para la prospección y explotación de los agregados ubicando puntos de investigación (calicatas), prosiguiendo a los análisis de calidad a las canteras Hualango, de tal manera los estudios físicos-mecánicos nos sirven para el afirmado de carreteras, el cual se desarrollaron los siguientes ensayos: humedad, análisis granulométrico, límite plástico, límite líquido, índice de plasticidad, Proctor, abrasión de los ángeles y sales solubles totales.

(Carrasco y Tinoco, 2018). En la investigación quiere aprovechar el uso de la arena sílice y arcillas mixtas de la Oroya, aprovechando los minerales no metálicos. Así se logra elaborar ladrillos ecológicos que no requieran cocción, cuyas características sean de una proporcionalidad 10,15 y 20 % cemento, con un 300ml de agua y optimizar la materia prima de las arenas -arcillas.

Primero planteo el porcentaje de proporcionalidad de la arena- arcilla, con la finalidad de elaborar los ladrillos ecológicos procedentes de la compañía Minera Sierra Central S.A.C. en Chacapalpa/ Oroya – Yauli- Junín. Luego de acuerdo a las bases teóricas sobre mineralogía no metálica, esta procese a la composición exacta para la elaboración del diseño, por lo tanto se hicieron los siguientes análisis; análisis químico, granulométrico, ensayo de plasticidad, elaboración de los ladrillos, ensayos de calidad y cálculo de costos.

(Balvin et al., 2019). Según la empresa "LADRILLOS VERDES S.A.C." ellos elaboraron ladrillos ecológicos innovadores, pensando en el medio ambiente, ya que sus características de elaboración no son bajo cocción. También indica que dicha empresa



obtuvo la materia prima en 4 ubicaciones de Lima metropolitana de acuerdo a la cantidad del objetivo. Además, adicionaron el poliestireno con mezcla de cemento, arena gruesa, agua y ciertos aditivos, dando dureza y solidez, generando una mayor protección del medio ambiente, logrando el objetivo de construcción con acabado arquitectónico, y que permita ahorrar costos, como un símbolo de desarrollo sostenible. Nos indica una diferencia entre un ladrillo cocido con uno ecológico, el cual es la diferencia sobre estimada en el impacto ambiental. Ya que el ladrillo cocido requiere combustible para su fabricación.

(Alván et al., 2020). La investigación del presente proyecto "Arquitectura estratigráfica, Paleogeografía y Proveniencia Sedimentaria de las Rocas Cenozoicas del Sur de Perú" comprende el cartografiado geológico de rocas sedimentarias de la ciudad de Tacna, el cual, y obtuvo mediante los análisis e interpretación de logeo y muestreo de testigos de perforación, de tal manera se obtuvo la información de composición estratigráfica a detalle.

2.1.3. Antecedentes locales

(Gonzales y López, 2015). En su proyecto "Desarrollo de capacidades para el ordenamiento territorial de la Región Puno" implica el conocimiento, caracterización y cartografiado para los diferentes tipos de rocas geológicas, dentro del área de trabajo se difiere rocas con orígenes metamórfico, ígneos y sedimentarios, que varían cronológicamente, como los afloramientos cuaternarios y rocas del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. También se presenta yacimientos no metálicos de forma diversa y abundante según su composición como las arcillas, calizas, sal, mármol y baritina, los cuales se encuentran en la ciudad, zona central y sur de la región.



(Choque y Huaman, s.f.) La investigación del proyecto “Adobes Comprimidos Suelo – Cemento es una Alternativa Ecológica”. Fue para el mejoramiento de los adobes, y ser una alternativa constructiva adicionando cemento al suelo. Nos indica recatar el material ancestral, dándole una tecnología y composición para un acabado moderno, con un buen comportamiento térmico natural y ecológico. El cual presenta un inconveniente, que es la capacitación de construcción de técnicos y difusión masiva del material a la población alto – andina.

Los bloques son elaborados en la máquina Cinva Ram (creada y desarrollada por la OEA). Estos bloques provienen de la materia prima del mismo terreno, la compactación de suelo – cemento se da en diferentes dosificaciones 25% de arcilla, 75% de arena y 5% de cemento, cada unidad es sometida a la curación de agua, luego a pruebas de comprensión de suelos en laboratorio y concreto de la UANCV. Por en el DITA de la UANCV – Puno, incentiva la utilización de la tecnología de elaboración ecológica.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Evaluación de yacimientos no metálicos

Se investiga el punto donde se ha encontrado el material favorable, para la determinación de reserva mediante el método de explotación, también se necesita el conocimiento de costos de instalación y capacidad de producción el cual es apto para su posterior explotación; también se debe tener información de las propiedades y características geológicas, mecánicas de suelo, potencia y área o extensión del yacimiento. (Cámara Latinoamericana de STT, 2017)



2.2.1.1. Yacimientos no metálicos

También es conocido como minería no metálica ya que está compuesta de minerales, rocas y sedimentos, es un recurso abundante que los minerales no metálicos no son aprovechados con fines de insumos y productos de valor agregado.

Generalmente estos yacimientos se originan durante y suceso de la Orogenia Andina, la geotectónica distribuye los depósitos sedimentarios como (calizas, arcillas, gravas y arenas). Encontramos también dichos depósitos en los basamentos Pre-andinos como la Cordillera Oriental, por ejemplo; serpentinas, cromita, calizas, dolomitas, etc. Y el Cenozoico las variedades de rocas sedimentarias. (Medina et al., 2018).

De acuerdo a los estudios estratigráficos regionales el origen de su geología son los siguientes:

2.2.1.2. Tipos de yacimientos no metálicos

Según (Medina et al., 2018), se dividen en dos tipos de yacimientos no metálicos de acuerdo a composición, origen, propiedades y uso comercial.

- a) Productos de construcción.** – Generalmente son composiciones de áridos, arcillas comunes, arenas y gravas, yeso, piedra natural.
 - Mercados (Cemento, Cerámica estructural, Hormigón, Edificación, Arte funerario).
- b) Minerales industriales.** – Provenientes de sales, potasas, caolín, sílice, arcillas blancas, bentonita, baritina, magnesita, turba, flúor.
 - Mercados (Química, Cerámica fina, Fertilizantes, Refractarios, Cargas, Pigmentos, Tratamientos de agua y Desulfuración).



2.2.1.3. Minerales de construcción para la elaboración de unidades de albañilería

Son materia prima para generar productos de construcción, como las arcillas, arenas y grabas, estas son aprovechadas para la elaboración de material de construcción como de ladrillos, bloques mecanizados o artesanales, cemento y otros particulares procedentes. (Campos et al., noviembre 2019), el objetivo es producir las unidades de albañilería con adiciones que cumplan los parámetros estructurales requeridos por la norma técnica E.070 de albañilería. (Huamani y Solis, 2020). En la actualidad la mayoría de las unidades de albañilería se elaboran de materia prima como arcillas, greda, mezclas de sílice y principalmente de cal, se difieren de acuerdo al yacimiento o cantera.

2.2.1.4. Prospección geotécnica de yacimiento no metálico

Se realiza una actividad de exploración para localizar probables yacimientos y áreas de aprovechamiento, con técnicas de análisis geológicas, cuales comprenden los siguientes métodos de exploratorios; revisión de estudio existentes, evaluación de imágenes satelitales, evaluación de fotos aéreas, análisis de cartas temáticas, análisis de estudios de campo, y análisis de laboratorio. (Häberer, 2012).

De acuerdo al trabajo de exploración se verifica si la zona tiene un contrato concesionaria y términos de referencia, una vez verificada su disponibilidad del terreno inmediatamente exploramos la superficie geológica, luego la geología del subsuelo, generando una evaluación del modelo ecológico y la viabilidad técnica económica de su extracción. Generalmente para este tipo de yacimientos no metálicos existen las actividades a cielo abierto cuales son; tajo abierto, descubierta, contorneo, mixtos, dragado e hidráulico. (MinMinas, 2021).



2.2.1.5. Tipo de muestreo a pozos o cielo abierto

Llamadas calicatas, zanjas, pozos, etc. Son excavaciones de medios mecánicos convencionales, para una observación directa del terreno a una profundidad moderada. Para obtener ventaja sobre la información directamente de campo para realizar ensayos y análisis correspondientes. (Lozada, 2018).

La investigación in situ caracteriza las propiedades y singularidad que permiten diferenciar e identificar su apariencia física, de acuerdo a los estratos presentados según su clasificación. También podemos evaluar su comportamiento, estabilidad, compactación, resistencia y fricción. (MinMinas, 2021). Según la NTP. 339.150, ASTM D 2488, de la descripción contacto visual- manual es una manera de determinar la características del material.

A. Calicatas

Técnica de prospección empleada para el reconocimiento geotécnico de terreno este método es de manera indirecto ya que su extracción será forma manual, para un mayor reconocimiento superficial del terreno, (Lozada, 2018), estas se presentarán alternamente en lugares de acuerdo a la exploración en campo, algunos puntos serán clave o estratégicos para un estudio estratigráfico correcto, la información del nivel freático, propiedades, descripción y clasificación que presenta la muestra es fundamental para el objetivo del estudio. Una vez fijadas las calicatas se extraerá muestras inalteradas para ser sometidos a los ensayos necesarios en laboratorio o in situ. (UNH, 2014). Sin embargo, existen limitaciones con respecto a la profundidad, el cual no excederá de los 4 metros o la presencia de agua, por la seguridad del técnico extractor, también existen las excavaciones por métodos mecánicos.

Para su ejecución es imprescindible cumplir las normas técnicas E050 RM-40 suelos y cimentaciones, para los estudios de mecánica de suelos con resultados reales. (ICG, 2018)

(Constructor Civil, 2010). Los parámetros de los estratos se clasifican de acuerdo a su tamaño (ver figura 1).

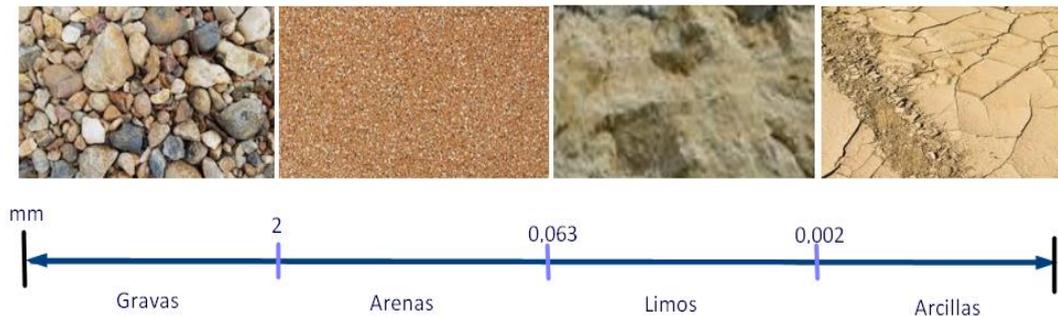


Figura 1: Clasificación de sedimentos según su tamaño.

Fuente: Elaboración propia referencia Constructor Civil (Blog del Ingeniero Civil, 2010).

2.2.2. Características del suelo y normativa

(Angelone y Garibay, 2014) Según su observación en el campo, se puede distinguir las características al ojo humano o tacto, de acuerdo a su forma, tamaño y composición.

A. Las características de las partículas del suelo según, (Inacap, s.f.).

- Forma. – Influye en la compacidad y estabilidad del suelo estas se dividen en (angular, subangular, subredondeado y redondeadas).
- Tamaño. – Las partículas se dividen de acuerdo a una escala (gravas, arenas, limos y arcilla).
- Composición. – De acuerdo a su composición y origen mineralógico se establece la plasticidad, su división es (caolinitas, illitas, montmorillonitas, caliza, cuarzo, hornablenda, etc.)

B. Característica de masa del suelo, (Inacap, s.f.).

- Textura. – Es la finura o uniformidad de las partículas del suelo.
- Estructura. – Disposición de cada partícula, son 3 tipos (Simple, Floculada y Dispersa)
- Consistencia. – Son suelos cohesivos que tienen relación de adherencia y resistencia frente a cargas como (blanda, media, firme o dura).
- Compacidad. – Es el grado de densificación o compactación, variado de suelto a compacto.
- Humedad. - Es el contenido de agua presente en el suelo.

2.2.2.1. Clasificación de suelos

Existen diferentes suelos con similares propiedades, estas se clasifican de acuerdo a su descripción en grupos basados en: (ULPGC, 2021).

A. Granulometría: Es la distribución de granos que posee el agregado, de acuerdo al proceso de tamizado según la Normativa NTP 339.128, MTC E107, ASTM D 422, cuyo objetivo es determinar el tamaño de granos para su clasificación.

Tabla 1: Clasificación de suelos basados en el tamaño

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
	Gruesa	4.75 mm- 2.00 mm
Arena	Mediana	2.00 mm - 0.425 mm
	Fina	0.425 mm - 0.075 mm
	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
Material fino	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC – Manual de carreteras – Sección Suelos y Pavimentos, (2014, p.31).

B. La plasticidad: Es la propiedad de deformación del suelo. (Crespo, 2004). El suelo generalmente presenta humedad constante lo cual manifiesta su forma bajo secado. NTP 339.129 (2019, p. 11). La plasticidad no depende de sus elementos gruesos si no finos, ya que el análisis granulométrico no determina apreciar sus propiedades, por ende, es necesario los Límites de Atterberg. MTC – Manual de carreteras – sección suelos y pavimentos (2014).

C. Límites de Atterberg: Es necesario conocer los límites para trabajar con suelos finos, se utilizará en función al contenido de humedad. (Inacap, s.f.). Atterberg definió 6 límites de los cuales se usan tres, Límite de Contracción, Límite Plástico y Límite Líquido (Normativa NTP 339.129 -1999).

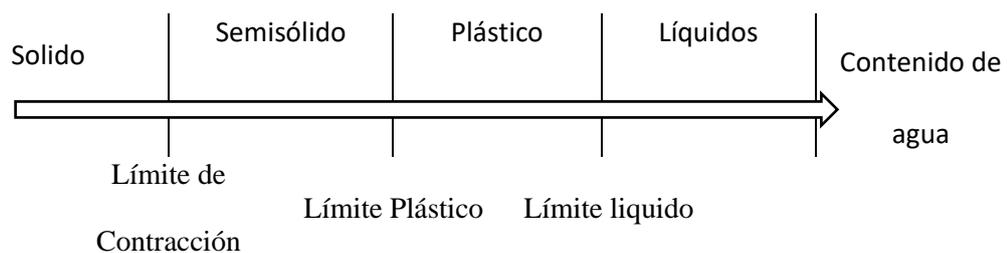


Figura 2: Estados que atraviesa el suelo.

Fuente: Braja M. Das (2001)

- Límite de Contracción (LC). - Pérdida de humedad con respecto al peso seco. (Crespo, 2004).
- Límite Líquido (LL). - Es el porcentaje de contenido de humedad con respecto al peso seco, cambiando de semilíquido a plástico. (Crespo, 2004).

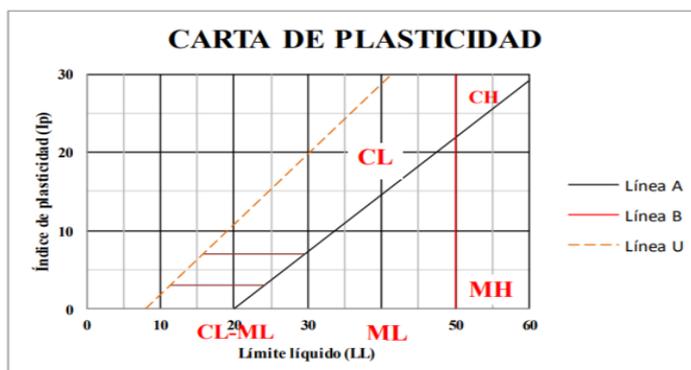
Es el contenido de humedad de la muestra cohesiva, se aplica 25 golpes en la Cuchara de Casagrande, frecuencia de dos golpes por segundo, altura de caída 1 cm, la ranura tiene que tener 1 cm de cierre aproximadamente, cambia de estado plástico a líquido. (Inacap, s.f.)

- Límite Plástico (LP). – Es donde se produce la fisura al pasar de un estado plástico a un estado semi sólido. (Ulloa, 2011).

Se define como el contenido de agua con el cual, el suelo al ser enrollado en bastoncitos de 3,2 mm de diámetro, se desmorona. (Inacap, s.f.)

- Índice de Plasticidad (IP). - Representa el rango o porcentaje de humedad del suelo se encuentra en estado plástico. (Crespo, 2004).

También manejaremos los siguientes estándares de límites para hallar su índice de plasticidad.



Línea A: $IP = 0.73 (LL - 20)$

Línea U: $IP = 0.9 (LL - 8)$

Sobre la línea A: arcillas inorgánicas.

Debajo de la línea A: Limos y arcillas orgánicas.

La línea B: $LL = 50$ separada H de L.

Figura 3: Carta de plasticidad.

Fuente: Límites de ATTERBERG. Detalles de clasificación en la zona de $LL < 60$ y el $IP < 30$. (Vargas, 2009). Donde: G= Gravel; W= well; C= clay; P= poor; F = Fair; M = mud; S = sand; L = low; H = high; O = organics; Pt = pest.

Determinada LL y LP, se puede obtener el IP, representa el rango de humedad en el estado plástico de acuerdo a la siguiente formula. (Inacap, s.f.)

$$IP = LL - LP$$

También indica la magnitud del intervalo de humedad de acuerdo a su consistencia plástica, que permite clasificar según lo siguiente.

Tabla 2: Clasificación de suelos según índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP>20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP≤20	Mediana	Suelos arcillosos
IP>7		Suelos poco arcillosos
IP<7	Baja	plasticidad
IP=0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: MTC – Manual de carreteras – Sección Suelos y Pavimentos, (2014, p.34).

2.2.2.2.Sistema de clasificación de suelos

La determinación de la clasificación del suelo se dará a los resultados granulométricos, plasticidad e índice. (MTC, 2014). De acuerdo al sistema de clasificación de suelos según AASHTO o SUCS, cuyas Normativas correspondientes son NTP 339.134-1999 y 339.135-1999.

A. Sistema clasificación AASHTO

Este sistema fue creado en el año 1929 y modificada en 1945 por el Departamento de Transporte de EEUU, (Inacap, s.f., p.04), Puerto rico y Columbia. Con el objetivo de establecer el material de construcción de carreteras, este sistema se divide en 7 grupos de acuerdo al compuesto graduado, y un grupo netamente para clasificación de suelos orgánicos.

Este sistema tiene algunos criterios con base en:

- Tamaño del grano (% en mallas N° 10, N° 40 y N° 200)



- Plasticidad (LL, IP)
- Sobre tamaños (registrados y no considerados).

Para determinar un índice de grupo usamos la siguiente fórmula:

$$IG = (F - 35) (0,2 + 0,005(WL - 40)) + 0,01(F - 15) (IP - 10)$$

Donde: F = Porcentaje que pasa por el tamiz N.º 200 (B/0,08).

WL=Límite Líquido (LL).

IP =Índice de Plasticidad.

El resultado del grupo se informa en números enteros y si su valor es negativo se informa igual a cero. De acuerdo a la retención de material definimos en la siguiente tabla:

Tabla 3: Retención de material en tamices

Este método Define	
Grava:	Material que pasa en el tamiz de 80mm y es retenido en el tamiz de 2mm.
Arena:	Material que pasa por el tamiz de 2mm y es retenido en el tamiz de 0,08mm.
Limo y Arcilla:	Material que pasa en el tamiz de 0,08mm.

Fuente: González, J - Tamices trabajo operaciones.

El valor del índice de grupo se debe informar siempre entre paréntesis según la tabla de clasificación AASTHO.

Tabla 4: Sistema de clasificación AASTHO.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASTHO								
Clasificación General	Suelos Granulares ($\leq 35\%$ pasa 0.08 mm)				Suelos finos ($>35\%$ bajo 0,08 mm)			
Grupo	A-1	A-3	A-2		A-4	A-5	A-6	A-7
Sub - Grupo	A-1 ^a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*		A-7-5** A-7-6**



2 mm	<50										
0,5 mm	≤30	≤50	≥51								
0,08 mm	≤15	≤25	≤10	≤35				≥36			
WL				≤40	≥41	≤40	≥41	≤40	≥41	≤40	≥41
IP	≤6		NP	≤10	≤10	≥11	≥11	≤10	≤10	≥11	≥11
Descripción	Gravas y Arenas	Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas o Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos		
**A-7-5: $IP \leq (WL-30)$						A-7-6: $IP > (WL-30)$					
$IG = (F-35) (0,2+0,005(WL-40)) + 0,01(F-15) (IP-10)$ *Para A-2-6 y A-2-7: $IG = 0,01(F-15) (IP-10)$ Si el Suelo es NO → $IG = 0$: Si $IG < 0 \rightarrow IG = 0$											

Fuente: Referencia (Inacap, s.f., p.06). Basada en (Bowles, 1981). En la división de A-7, cuando $IP > 30$, el grupo A-7-5. Si el $IP < 30$ el grupo es A-7-6.

B. Sistema unificado de clasificación SUCS

Desarrollado por Casagrande, su clasificar es de acuerdo a su textura y tamaño de partículas, clasificándolos de dos amplias categorías. (Inacap, s.f., p.05)

Tabla 5: Símbolo del sistema unificado primera letra.

Símbolo	G	S	M	C	O
Definición	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Orgánico

Fuente: (Inacap, s.f., p.07). Referencia (Bowles, 1981, p.75).

Tabla 6: Símbolo de sistema unificado segunda letra.

Letra	Definición
P	Pobremente Graduado
W	Bien Graduado
H	Alta Plasticidad
L	Baja Plasticidad
M	Limo
C	Arcilla

Fuente: (Inacap, s.f., p.08).

De acuerdo a la granulometría pueden ser Granulares o Cohesivos; suelos granulares se considera a las partículas retenidas en 50% tamiz N° 200 (0.075mm), y suelos cohesivos a partículas que pasan más del 50% finos, hallamos:

- Coeficiente de Curvatura (Cc):

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60}D_{10}}$$

Donde D_{60}, D_{10}, D_{30} tienen el mismo significado, determinan la curvatura granulométrica para el resultado si es bien o mal graduada.

- Coeficiente de uniformidad (Cu):

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Donde D_{60} = diámetro de partículas el cual exista el 60% finos, D_{10} = diámetro al 10% de partículas. (Arango, s.f., MLMS).

La distribución acumulada % en masa pasante al tamizado en mm como se observa en la figura 4.

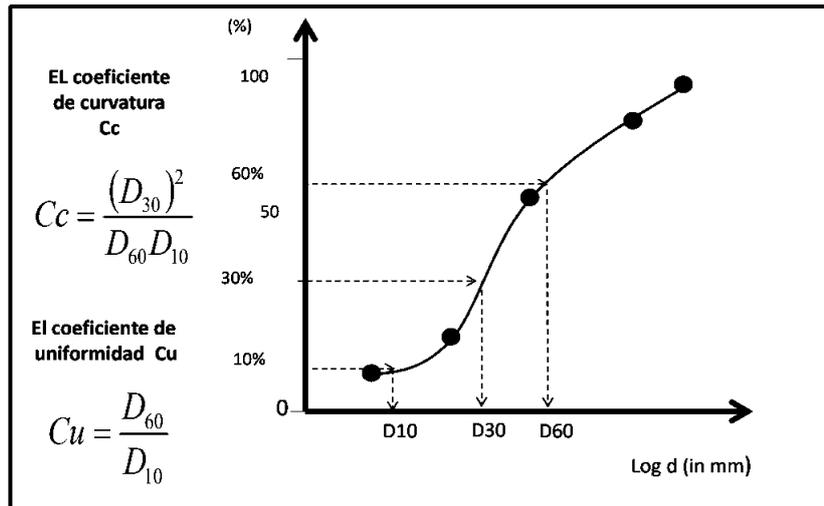


Figura 4: Curva granulométrica según C_c y C_u de Borselli.

Fuente: (Vargas, 2009), modificado de (Arango, s.f., p.72) - Mecánica de suelos, una vez obteniendo los resultados se verifica simultáneamente.

- ✓ De acuerdo al método de clasificación unificado del suelo, si el material es 5% menos en el tamiz N° 200 se considera grava, se designa GW, GP, SW o SP de acuerdo a la simbología (ver tabla 5 y 6).
- ✓ Para pertenecer al grupo de gravas y arenas tiene que tener materiales pasantes al tamiz N° 200, designación es GM, GC, SM o SC.
- ✓ Para ser considerado un material fino tiene que tener más del 50% en el tamiz N° 200, Ej.; ML, OL o CH. (Bowles, 1981, p.75).

Esta clasificación depende del límite líquido y del índice de plasticidad (ver tabla 7).

Tabla 7: Sistema de clasificación de SUCS.

SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS USCS						
gruesos <50% que pasa 0,08 mm						
Tipo de Suelo	símbolo	% Ret. En 5 mm	% que pasa* 0,08 mm	Cu	Cc	Índice de Plasticidad *IP
Gravas	GW	≥50% de lo retenido en 0,08 mm	<5	>4	1 a 3	
	GP			Si no cumple requisito de GW es GP		
	GM		>12			<0,73 (WL-20) o <4
	GC					>0,73 (WL -20) y >7
Arenas	SW	<50% de lo retenido en 0.08 mm	<5	>6	1 a 3	
	SP			Si no cumple requisito de SW es SP		
	SM		>12			<0,73 (WL -20) o <4
	SC					>0,73 (WL -20) y >7
*Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC						
**Si IP =0,73 (WL-20) o si IP>0,73 (WL-20), usar símbolos dobles: GM-GC, SM-SC.						
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej.: GW-GM en vez de GW-GC						

Fuente: (Inacap, s.f., p.08) Referencia extraída de (Wagner, 1957). Las siglas de simbolización se

darán de acuerdo a la composición de los estándares líquidos, plásticos, sobre todo índice de plasticidad.

Tabla 8: Clasificación de contenido finos.

Finos ≥50% pasa 0,08 mm			
Tipo de Suelo	Símbolo	Lím. Líquido WL	Índice de Plasticidad *IP
Limos Inorgánicos	ML	<50	<0,73 (WL-20) o <4
	MH	>50	<0,73 (WL-20)
Arcillas Inorgánicas	CL	<50	>0,73 (WL-20) y >7
	CH	>50	>0,73 (WL-20)
Limos o Arcillas Orgánicas	OL	<50	**WL seco al horno ≤75% del WL seco al aire
	OH	>50	
Altamente Orgánicos	P1	Materia orgánica fibrosa se carboniza, se quema o se pone incandescente	
*Si IP ≈0,73(WL-20) o si IP entre 4 y 7 e IP>0,73(WL-20), usar símbolo doble: CL-ML, CH-OH			
**Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente WL seco al Horno			
En casos dudosos favorecer clasificación más plástica Ej.: CH-MH en vez de CL-ML			
Si WL=50; CL-CH ó ML-MH			

Fuente: (Inacap, s.f.) Referencia extraída de (Wagner, 1957). Solo se puede usar dos símbolos de

grupo para describir un suelo, las clasificaciones pueden existir dentro de cada grupo.

C. Usos y aplicaciones del suelo mediante su tamaño



Las gravas y arena gruesa son utilizadas generalmente para morteros de construcción en edificaciones. Los finos de arena que son conocidos como arcilla, generalmente son usados para generar ladrillos mecanizados. (Toirac, 2008).

Lo que importa es la arena con una alta cantidad de finos son considerados según el porcentaje de partículas generalmente denominado limo arcilloso, que necesitaremos para la elaboración de unidades albañilería ecológicas. Lo cual una vez cumpliendo las características granulométricas, físicas y mecánicas, se ejecutará la elaboración de las unidades de albañilería.

2.2.3. Características de las unidades de albañilería ecológicas

Es parte de los elementos de construcción, generalmente las unidades de albañilería son cocciónados, pero estas unidades no presentan esa cocción por lo que son conocidas como ladrillo modulares o legos, ya que su elaboración es de manera comprimida de forma manual o eléctrica. (Ladrillos Ecológicos, 2015).

- Las dimensiones modulares permiten a las unidades que coincidan el ingreso de las varillas de refuerzo como se observa en la siguiente figura 5, estas sirven como columnas de vigas o tuberías, porque el modelo permite algunas mejoras.

Generalmente, los bloques tienen las siguientes medidas:

Tabla 9: Medidas de una unidad de albañilería.

Datos	Medida
Longitud	25 cm
Ancho	12.5 cm
Altura	7-10 cm
Diámetro	6cm
Juntas horizontales	0.5 cm

Fuente: (Eco Construcciones del Valle C.A., 2012). Estas medidas son de acuerdo a la máquina prensadora, ya que existen variedades de dimensiones, pero se trabajará con el estándar brasileño.

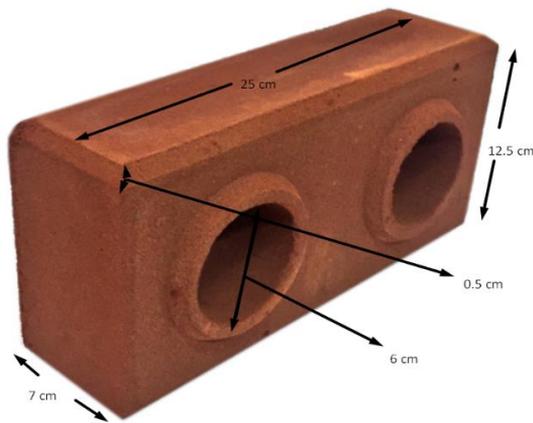


Figura 5: Medidas de la unidad de albañilería.

Fuente: (Eco Construcciones del Valle, 2012). Estas medidas estándares para los resultados de las características metodológicas.

- Partes de la unidad de albañilería, estas se muestran en la Figura 6, ya que es importante para que se caracterice en un tipo de unidad de albañilería.

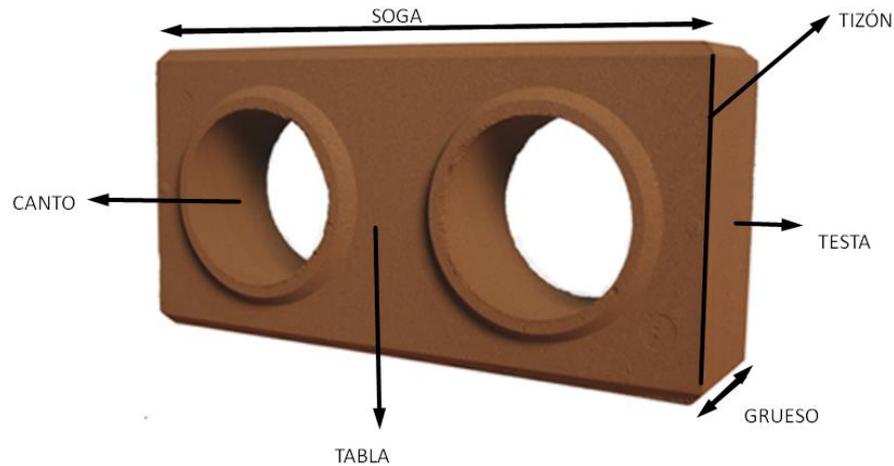


Figura 6: Partes de una unidad de albañilería.

Fuente: Fabrica en Altagracia Córdoba modificado por (Chuquimia, 2015)

- El peso de las unidades de albañilería ecológicas, varían de 3,5 a 4.25 Kg, depende al modelo de la máquina prensadora o al molde generador, por ejemplo, mostraremos dos tipos de ladrillos (ver figura 7). (Chuquimia, 2015).

2.2.3.1. Tipos de unidades de albañilería ecológicas

Se definen de acuerdo a su peso, si su peso es ligero aproximadamente 30% es considerado ladrillo, pero si su peso es mayor es considerado bloque. (Huamani y Solis, 2020).

Estas unidades sólidas tiene un límite determinado, que especifica según la E.070 Norma de albañilería. Estas se clasifican en:

- Unidades de albañilería maciza.
- Unidades de albañilería hueca.
- Unidades de albañilería alveolar.
- Unidades de albañilería tubular.
- Unidades de albañilería apilable.

En este caso también se dará en conocimiento los tipos de unidades de albañilería ecológicas de acuerdo a su elaboración según la investigación (Carrasco y Tinoco, 2018) con referencias (Liu,1998) y Propuesto por el equipo MIT (Laracy y Poinot, s.f.).

- Ladrillo de ceniza de carbón.
- Ladrillos negros.
- Ladrillos de cáñamo y paja o cascará de cacahuete.
- Ladrillo Irregular
- Ladrillos de tierra o arena comprimida.
- Eco ladrillos confeccionados con residuos domésticos.

Observamos algunos modelos de los ladrillos de tierra o arena comprimida, creados para cerámica de revestimiento o construcción, el cual tiende a cambiar de color de acuerdo a la materia prima utilizada (ver figura 7), fotografía A es un ladrillo utilizado para revestimiento de piso, fotografía B ladrillos utilizados para construcción de muros.

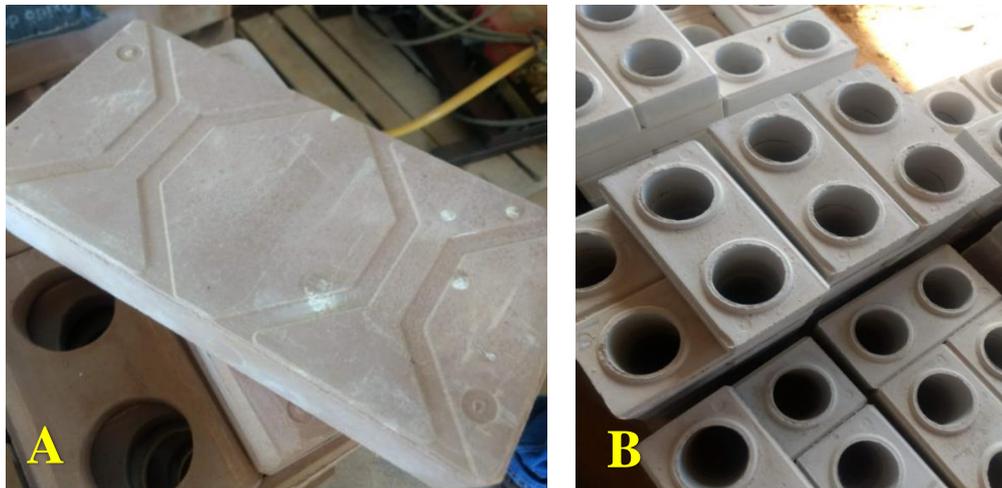


Figura 7: Ladrillos para uso piso – muros.

2.2.3.2. Proceso de elaboración de unidad de albañilería

El procedimiento para elaborar las unidades de albañilería ecológica es similar a los adobes o adoquines, esta cuenta con factores granulométricos de la materia prima, proporción adecuada de mezcla, temperatura de secado y parámetros de la Norma Técnica Peruana E070, para ello se requiere la siguiente máquina (ver figura 8). (Huamani y Solis, 2020). La máquina CINVA- RAM es de manejo manual, contiene juegos moldeadores donde varía el espesor, diámetro y altura.



Figura 8: Máquina moldeadora CINVA-RAM.

Fuente: Fotografía de Gracomaq venta de máquinas moldeadoras.

El procedimiento experimental es la concentración de la materia prima (suelo) para luego ser procesado por la rectificación del tamizado, obteniendo la materia prima sin impurezas, luego se hace la toma de pesos Suelo – Cemento como se observará en las tablas de dosificaciones 12 y 13, (Revista Ciencia y Tecnología, 2017).

Una vez insertado la mezcla, esta se genera una proporción voluminosa para ser compactada o comprimida, durante ese esfuerzo, la mezcla pierde su volumen y se comprime hasta un cierto límite, disminuyendo radicalmente su volumen inicial, dando



lugar a un bloque prensado. (Ramírez, 1987); (Revista Ciencia y Tecnología, 2017), nos indica el secado y curado.

2.2.3.3. Composición de unidades de albañilería ecológica

Constituye de una composición para homogeneizar, en distintas dosificando de porcentajes cuáles son:

- **Componente suelo**

El suelo con bajo contenido de materia orgánica, debe de ser procedente de las rocas sedimentarias y volcánicas del Cenozoico, (Newell, 1949). Con alto contenido de plasticidad, para adquirir la resistencia y durabilidad, Norma E.070 Albañilería.

De preferencia los suelos deben tener contenido de arena, limos y arcilla, de acuerdo a muestras de campo se buscará el resultado óptimo del suelo – cemento, haciendo la proporción exacta o genuina del suelo, se presentarán variedades granulométricas con contenido bajo en finos, o se excederán en ellos, lo que podría llegar a solucionar el porcentaje de suelo sería una equidad sustentaría de ambos suelos con resultado bajo y alto, generando una combinación exacta de finos. De esta manera estabiliza el suelo arcilloso con arena.

(Huamani y Solis, 2020). La extracción de la materia prima. Se dará en lugares de fácil acceso, o próximos a la planta de producción, dependerá de las condiciones óptimas presentadas del área de estudio. Luego se procede en pasos simples como:

- a) Selección del suelo.
- b) Extracción del suelo.
- c) Secado.
- d) Tamizado.

En el margen izquierdo (ver figura 9), se observa el proceso de tamizado del suelo, por otro lado, en el margen derecho es el resultado final del zarandeo, un suelo homogeneizado de acuerdo al diámetro de malla.



Figura 9: Sección de suelo tamizado.

Es importante las variaciones de porcentajes de suelo que tendrá relación con el cemento empleado para la compactación y moldeo en máquina.

- **Componente Cemento**

Su materia prima es la caliza, conglomerante hidráulico que genera unión y cohesión en conjunto. Producto creado a base de Clinker de alta calidad, puzolana de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Requeridos por la Norma NTP 334,090 ASTM C-595. Mezcla molida industrialmente con acabado de finura, gestión calidad certificada con ISO 9001 y gestión ambiental ISO 140001(SGC).



Tabla 10: Composición de Clinker.

Composición	Porcentaje
3CaO.SiO ₂	46-79%
2CaO.SiO ₂	5-30%
4CaO. (Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃)	4-16%
3CaO. Al ₂ O ₃	6-18%
CaO	0.1-4%
MgO	0.7-1.5%

Fuente: Gutiérrez, R. (2013), composición del clínker del cemento Portland.

Cemento Rumi Max (2021, Vol. I), por sus propiedades de mayor resistencia, durabilidad y alarga la vida útil de la construcción de acuerdo a sus características (ver tabla 11 y figura 10), cuyos requerimientos se basan según la NTP 334.090 para construcciones.

Tabla 11: Características técnicas del cemento de acuerdo a la Normativa.

Requisitos químicos	Cemento Rumi Max	Requisitos Norma NTP 334,090 ASTM C-595
MgO (%)	1.0-3.0	6.00Máx.
SO3(%)	1.0-3.0	4.00Máx.
Perdida por Ignición (%)	1.0-4.0	5.00Máx.

Requisitos Físicos	Cementos Rumi Max	Requisitos Norma NTP 334,090 ASTM C-595
Peso específico (gr/cm3)	2.8-2.9	
Expansión de Autoclave (%)	0.05 a 0.10	0.20 a 0.80
Fraudado Vicat Inicial (minutos)	150 a 250	45 a 420
Contenido Aire (%)	3.0 a 8.0	12 máx.
Expansión de Sulfatos a 6 meses (%) MS	0.05 a 0.09	0.10 máx.
Calor de Hidratación isotérmico a 3 días (k/Kg) (MH)	200 a 500	335 máx.

Requisitos Norma NTP 334,009 ASTM C-150 CEMENTO TIPO I

Resistencia a la compresión	Kg/cm2	MPa	Kg/cm2	MPa	Kg/cm2	MPa
3 días	210 a 300	20.6 a 29.4	133 min	13	122 min	12 min
7 días	260 a 360	25.5 a 35.3	204 min	20	194 min	19 min
28 días	320 a 420	31.4 a 41.2	255 min	25	-	-

Fuente: (Rumi-Ficha Técnica 2021/V.1.)

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS

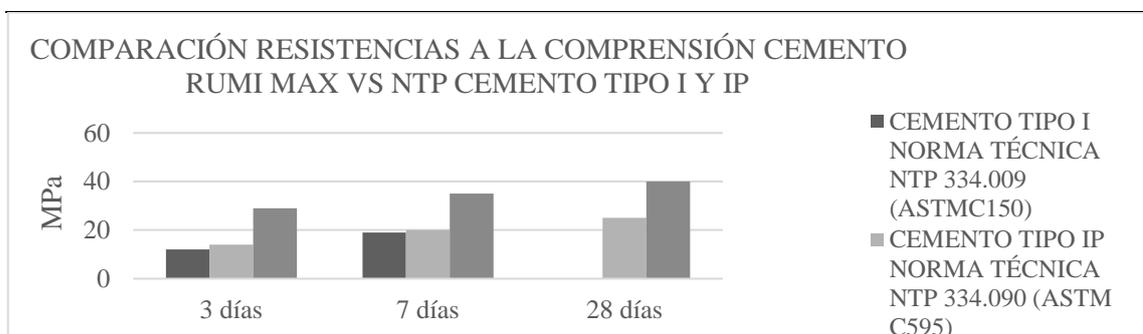


Figura 10: Comparación de resistencia a la compresión cemento Rumi Max

Fuente: (Rumi-Ficha Técnica, 2021/V.1). Son los resultados basados en días de acuerdo al tipo de cemento.



Es el estabilizante para el adobe, o bloque ecológico, este mejorará la condición del suelo con respecto a sus acciones y características físicas.

Emplearemos el cemento Portland puzolánico, por su alta resistencia en proyectos de construcción, elaborado bajo los estándares de la industria cementera, su producción reduce la emisión del CO₂, reduciendo el efecto invernadero. (Valda, 2019).

La dosificación se realiza de acuerdo al peso de la unidad de albañilería ecológica en relación con la cantidad de suelo, esta dependerá mayormente de la compactación, a mayor compactación, menor presencia de cemento y a menor compactación, mayor presencia de cemento.

- **Componente adicional - agua**

Su función es que la mezcla reaccione y contribuya con la compactación del suelo, el agua se añade proporcionalmente cuando la mezcla de suelo-cemento tenga su dosificación y porcentaje, ayuda a disolverse.

La cantidad agua en la proporcionalidad de suelo – cemento es de acuerdo a que estas partículas pueden comprimirse a simple tacto sin impregnarse en las paredes del cilindro donde se lleva a cabo la irrigación de mezcla, solo necesita cierta cantidad de agua para ocupar los espacios intersticiales de la mezcla para la compactación sin necesidad que salga muy húmeda, ya que esta puede presentar una dificultad de elaboración de materiales de albañilería. (Lopez y Guerrero, 2020). Luego de elaborar los bloques de albañilería, el agua sirve para el secado del bloque de albañilería.

2.2.3.4. Mezcla suelo – cemento – agua

Para la fabricación de unidades de albañilería se ha tenido en cuenta los porcentajes de arcillas, arenas, cemento y agua. (Rojas y Vidal, 2014), primeramente, se divide el suelo mediante la malla para proceder al tamizado (ver figura 9), la materia prima eficaz se seca para eliminar la humedad, luego se homogeneiza la mezcla suelo y

cemento, por un tiempo determinado, luego gradualmente se riega el agua dejando la consistencia exacta.

Observamos los rangos de mezcla establecidos por los investigadores, así también el porcentaje establecido (ver tabla 12).

Tabla 12: Porcentajes de dosificación de los suelos.

Material	Rangos establecidos por Investigaciones	Porcentaje optado para la Investigación	Porcentaje de suelo extraído
Arcillas y Limos	20-40%	30%	40%
Arenas	60-80%	70%	60%

Fuente: (Abanto & Akarley, 2014) – Proceso de elaboración de unidades de albañilería. Según el proyecto de (Flores y Poma, s.f.), ellos pusieron estándares a criterio para buscar un estabilizador con el aislante.

Y la proporcionalidad volumétrica de la mezcla es:

Tabla 13: Diseño de mezclas en dosificaciones.

Componentes	Diseño de Mezclas	Porcentaje
Cemento	1.025	15%
Suelo	5.05	71%
Agua	1	14%

Fuente: (Abanto y Akarley, 2014) – Proceso de elaboración de unidades de albañilería. Según el autor de la composición, se obtiene un estándar próximo.

2.2.4. Propiedades físico – mecánicas de las unidades de albañilería de acuerdo a las normas técnicas

Estas propiedades se dan de acuerdo al control de calidad para un proceso constructivo, identifica las características de diseño y de ejecución que permita verificar



el cumplimiento de nivel requerido y cada una de las etapas de construcción, como vida útil.

El proyecto debe de indicar documento necesario que garantiza el cumplimiento de las normas de calidad establecidas por la construcción, la verificación, los controles, los ensayos y las pruebas que sean realizadas de forma paralela y simultánea. De tal condición se reglamentan de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación NTP-E070(Albañilería).

- a) **Muestreo.** – Por cada lote se seleccionará 10 unidades, en las cuales se efectuará las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco en absorción.
- b) **La resistencia a la compresión (PM).** - La determinación de la resistencia a la compresión de unidades de albañilería se efectúa en los ensayos correspondientes de acuerdo NTP 399.613 y 399.604.

La resistencia de característica a la compresión axial se obtendrá restando la desviación estándar al valor promedio de la muestra.

Esta prueba proporciona una medida cualitativa de las unidades, una unidad de poca altura tendrá más resistencia que otra de mayor altura.

Para la Resistencia a la Compresión obtendremos la siguiente fórmula:

$$f'b = \frac{P}{A} x$$

Dónde:

$f'b$ = Esfuerzo a la compresión (Kg/cm²)

P = Carga Actuante (Kg)

A = Área resistente (cm²)



- c) **Variación Dimensional (PF).** – Es necesario determinar el espesor de las juntas de albañilería para notar que por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales (adicionales al mínimo requerido de 10 mm), la resistencia a compresión de la albañilería disminuye en 15%; por ende, la resistencia al corte disminuye, la variación dimensional de las unidades de albañilería, se someterá al procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604, (NTP E-070, 2006). (Bartolomé, 1994)

$$V(\%) = \frac{D_{Nominal} - D_{Promedio}}{D_{Nominal}} \times 100$$

Dónde:

V = Variación de Dimensiones (%)

$D_{Nominal}$ = Medidas Específicas por el Fabricante (cm)

$D_{Promedio}$ = Medidas Promedio (cm)

- d) **Alabeo (PF1).** – El alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo define la deformidad de la base o cara del ladrillo para conducir a un espesor de junta definido; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero de 3 mm al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad. Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613, (NTP E - 070, 2006).
- e) **Absorción (PM).** - Se denomina absorción máxima a la diferencia de peso entre la unidad mojada y la unidad seca expresada en porcentaje del peso de la unidad



seca. Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.161, (NTP E-070, 2006). (Gallegos y Casabonne, 2005).

El cálculo de absorción se realizará mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{PW_s - W_d}{W_d} \times 100$$

Dónde:

Abs = Contenido de agua adsorbida (%)

W_s = Peso del espécimen saturado (Kg)

W_d = Peso del espécimen (Kg)

2.2.5. Unidades de albañilería Norma Técnica E.070 según M. Sc. Torre

Especificaciones según su:

✓ **Características generales**

Primero las dimensiones de las unidades de albañilería permiten que sean manipulados con una sola mano y algunas que requieran dos manos.

Segundo las unidades de albañilería pueden tener como materia prima arcilla, sílice – cal, y concreto.

Tercero la manifestación de estas unidades son; sólidas, tabulares, con huecos, alveolares y pueden ser elaborados de forma artesanal o industrial.

Cuarto las unidades de concreto se pueden utilizar después de lograr su resistencia específica.

2.2.5.1. Clasificación para fines estructurales

La clasificación de unidad de albañilería con fines estructurales se determinará, de acuerdo a los resultados obtenidos de laboratorio para su definición (ver tabla 14).

Tabla 14: Resistencia de tipos de ladrillos.

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASES	Variación de Dimensiones			Alabeo (máx. en mm)	Resistencia a compresión MPa (Kg/cm ²)
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17.6 (180)
Bloque P	±4	±3	±2	4	4.9 (50)
Bloque NP	±7	±6	±4	8	2.0 (20)

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones, E070 (Albañilería). Clasificación de ladrillos.

Descripción de la tabla anterior según Bartolomé (1994):

Tipo I. Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy baja, son aptos para empleados bajo condiciones de exigencia mínima (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.

Tipo II. En esta categoría clasifican los ladrillos de baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse bajo condiciones de servicio moderado (no deben estar en contacto directo con lluvia, suelo o agua).

Tipo III. Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad, aptos para usarse en construcciones expuestas bajo condiciones de intemperismo.

Tipo IV. Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser utilizados bajo condiciones de servicio riguroso. Pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.

Tipo V. Tienen una resistencia y durabilidad elevada; son aptos para emplearse en condiciones de servicio muy riguroso, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares al Tipo IV.

Bloque P. Usado para la construcción de muros portantes.

Bloque NP. Usado para la construcción de muros no portantes.

2.2.5.2. Limitaciones en su aplicación

El uso y aplicación de las unidades de albañilería están condicionados a las limitaciones de zonas con presencia sísmica.

Tabla 15: Limitaciones de empleos para unidades de albañilería.

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro Portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	
Sólido Artesanal	No	Si, hasta 2 pisos	Si
Sólido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si Celdas totalmente rellenas de grout	Si Celdas parcialmente rellenas de grout	Si Celdas parcialmente rellenas de grout
Hueca	No	No	Si
Tabular	No	No	Si, hasta 2 pisos

Fuente: Norma Técnica de Edificaciones, E070 (Albañilería). Estas limitaciones son de acuerdo

a su estructura de resistencia, que proporciona solides y fortaleza.

2.2.5.3. Aceptación de la unidad

- a) Si la muestra presentase más del 20% de dispersión en los resultados, para unidades de producción industrial, o 40% para unidades artesanales, se ensayará nuevamente y de repetirse, se rechazará el lote.
- a) La absorción de las unidades de arcilla y silicio calcáreo no será mayor a 22%. El bloque de concreto tendrá una adsorción no mayor de 12%.
- b) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será de 25 mm para bloque de clase P y 12 mm para bloque de clase NP.
- c) La muestra no tendrá materiales extraños en su superficie o en su interior.

La muestra no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras u otros defectos que degraden su durabilidad.

2.2.6. Mortero

Según el requerimiento de la E070 se necesita una mezcla trabajable, sin segregación y adhesiva de acuerdo a lo indicado de las Normas NTP 399.607 y 399.610. El mortero básicamente está compuesto por cemento Portland tipo 1, cal hidratada normalizada y agua, en algunos casos se requerirá de arena. El cemento y la cal funcionan como aglomerantes, mientras que la arena es un agregado inerte.

❖ Propiedades del mortero

Fluidez: Se define como la capacidad que tiene la mezcla de poder discurrir (fluir) o de ser trabajable con el badilejo. (Bartolomé et al., 2011).

Retentividad: Se define como la capacidad que tiene la mezcla para mantener su consistencia, o de continuar siendo trabajable después de un lapso de tiempo. (De la Sotta, 2010).



❖ Tipos de morteros según su material. (Habitissimo, 2018)

a) Morteros de cal y arena:

- Para enlucidos se utilizará una parte de cal por una de arena.
- Para revoques, una parte de cal por dos de arena.
- Para muros de ladrillos, una parte de cal y tres de arena.
- Para muros de mampostería: una parte de cal por cuatro de arena.

b) Morteros de cemento y cal:

- Para muros cargados e impermeables una parte de cemento, una cal y 6 de agua.
- Para muros poco cargados, una de cemento, una de cal y 8 de agua.
- Para cimientos, una de cemento, una de cal y 10 de agua.
- Para revoques impermeables, cuatro partes de cemento, una de cal y 12 de agua.

2.3. MARCO GEOLÓGICO

Las rocas del Cenozoico del sur del Perú están compuestas por rocas sedimentarias molásicas, rocas vulcano clásticas y rocas volcánicas dacíticas o andesíticas, son erupcionadas episódicamente desde el Oligoceno hasta la actualidad.

(Newell, 1949), indica que los estudios estratigráficos de rocas son relacionados específicamente con el Altiplano, (Jenks, 1948), la relación del área de Arequipa con el área meridional, (Mendivil, 1968), la Cordillera Oriental del Perú. Sin embargo, los trabajos más sobresalientes son de (Evernden et al.,1977), relacionan con en el norte de Bolivia, por (Mortimer et al.,1974) en el norte de Chile.

En la etapa uno se observa inconsistencias y correlación de las unidades estratigráficas en el sur del Perú. Estas revisiones se confirman y vigoriza por programas de dataciones radiométricas llevados a cabo durante los proyectos.



Los cambios estratigráficos más establecidos son de acuerdo a la antigüedad, al más reciente, de acuerdo a la zona del proyecto se ha reconocido los siguientes afloramientos:

- Reconocimiento de Grupo Tacaza y discordancia.
- Reconocimiento de Formación Sencca.
- Reconocimiento de Unidades Cuaternarias.

De acuerdo a los estudios radiométrico observamos lo siguiente:

A. GRUPO TACAZA

Termino Grupo Tacaza empleada por primera vez por (Jenks, 1946), siendo publicado forma puntual y formal por (Newell, 1949), describe una gruesa acumulación de rocas volcánicas bien estratificados alrededores de la Mina Tacaza que consisten de andesitas, andesitas basálticas, y en su mayoría tufos de bloques, los afloramientos se presentan al sur y suroeste de la región, también se observa sedimentos fluviales en la parte basal estructuralmente conforma por un homoclinal (Palacios et. al, 1993). Está compuesta por areniscas gruesas intercaladas con contenido pómez redepositadas hasta un diámetro de 3 cm, con intercalación de lavas andesíticas basálticas. Por la parte superior se observa las tobas litoclásticas de tonalidad blanca rojiza con mucha presencia de alteración.

Estoy afloramientos se estima con un grosor de 400 metros, con un contacto de bofedales, que esta discordante sobre la Formación Ayabaca, este afloramiento no ha sido cartografiada anteriormente. Por otro lado, encontramos el afloramiento entre las localidades Santa Rosa y Mazo Cruz a un costado de la carretera binacional, que se presenta en una secuencia de rocas volcánicas con contenido de limo arcillas oscuras



laminosas y capas de tobas redepositadas. Los niveles de rocas sedimentarias presentan estructuras de stockwork rellenas por óxidos de cobre, malaquita y crisocola.

En el NO del cuadrángulo de Pichacane cuyos constituyentes del Grupo Tacaza son generalmente aglomerados con clastos de andesitas afanítica y vesicular de 0.8 m. de tobas lapilíticos gruesa. Por otro lado, la descripción al N del cuadrángulo de este, son 50 m. de sedimentos, superpuestas por 140 m de lavas vesiculares y afaníticas con bandas de flujos alterado color verde por la presencia de malaquita cuarzo traslucido y ágata. También están superpuestas sobre las lavas areniscas tobáceas, conglomerados por 30 m. y luego de 50 m de andesitas con plagioclasas porfiríticas. (Palacios et. al, 1993).

B. FORMACIÓN SENCCA

(Vargas, 1970), indica que los afloramientos yacen al NO del área típica, siendo una continuidad del afloramiento, sin embargo, al S. del Cuadrángulo Arequipa. (Mendivil, 1965) tuvo una definición errónea de la posición estratigráfica, ya que el nombre es mantenido debido a la reseña continuidad del afloramiento, esta formación sobre yace con una discordancia erosional relleno a la Formación Pata Pampa.

Estos afloramientos y encuentran en el caserío de Chapi en el paraje las Peñas de Ancocuyo, donde se encuentra flujos piroclásticos de naturaleza tobácea, también se observa disyunción columnar. En el poblado Santa Rosa se encuentra las unidades de flujos piroclásticos conformados por capas gruesas de tobas blancas o con tonalidad rosada, estos flujos se caracterizan por la composición riolítica de textura cristaloclásticas, donde destaca el cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y fragmentos volcánicos líticos. La formación Capilluni supra yace de las tobas de la formación Sencca. Esta unidad está constituida por volcánicos de naturaleza piroclástica



generalmente riolítica, tufos líticos brechoides, tobas andesíticas y dacíticas. (Mendivil, 1965)

C. UNIDADES CUATERNARIAS

Depósitos aluviales

Los depósitos se encuentran relacionados con los valles, llanuras y laderas de montaña, por lo general se observan litológicamente arcillas y limos, arenas y gravas no consolidadas cuyas deposiciones son de acuerdo a la corriente de ríos con flujos de agua y corrientes laminares todas ellas incluyen sedimentos fluviales y coluviales. (Palacios et. al, 1993). En los valles principales los depósitos coluviales y fluviales jóvenes y antiguos se distinguen fácilmente, en las llanuras aluviales consisten de arenas derivadas de los depósitos lacustrinos antiguos, algunos son derivaciones de detritos glaciares de morrena y fluvioglaciares en bloques de grava inconsolidados y gravas de canto que han rellenado los valles.

Depósitos Coluvio Aluviales

Estos depósitos están relacionados a las unidades geomorfológicas de laderas de montaña y laderas de colina, de composición litológica de clastos dispersos en conjuntos polimícticos con matriz de arena guijarrosa o grava arenosa, en algunos casos limos con una incipiente gradación.

Depósitos fluviales

Los depósitos actuales son de cantos rodados compuestos de gravas y arenas ubicados en los lechos de ríos, estos depósitos se asocian de acuerdo al caudal de río, generalmente son sedimentos no consolidados móviles que acarrear los ríos principales.



2.4. MARCO NORMATIVO PERUANO

2.4.1. Norma Técnica Peruana

Las normas NTP son los requisitos que se necesitan para ubicar un yacimiento no metálico para la elaboración de unidades de albañilería según(Chimbo, 2017), de acuerdo a su proyecto “análisis de la resistencia a la compresión de ladrillos prensados interconectables elaborados de barro, cangahua y puzolana, con adiciones de cemento, cumpliendo la norma ecuatoriana de la construcción (NEC, 2015)”, también la NTP E-070 para establecer requisitos en cumplir para ser una unidad albañilería con fines estructurales, de acuerdo a sus características como variedad dimensional, alabeo, absorción y la resistencia a la compresión.

- NTP. 339.150, ASTM D 2488 es la descripción visual- manual de los suelos, el procedimiento de la norma practica es denominado “descripción e identificación de suelos (proceso visual-manual)” con limitación de partículas menores de 3 pulgadas (75 mm). (Milla, 2019).

2.4.2. Norma Técnica Peruana CE. 010 pavimentos urbanos del RNE070

Las normas indican la conformación de los suelos según los parámetros de resultados obtenidos, de acuerdo a sus ensayos de acuerdo a las normativas de laboratorio como observamos las siguientes NTP:

- NTP 339.128, MTC E 107, ASTM D 422.

Método de ensayos para análisis granulométrico, el objetivo es determinar el tamaño de las partículas o granos de acuerdo a la distribución del suelo, y estas se clasificarán de acuerdo a la cantidad de resultados de grano por mallas, por ejemplo, gravas, arenas o finos limosos – arcillosos.



- NTP 339.129, MTC E 110/111, ASTM D 4318.

Método de ensayo para determinar el límite líquido, plástico, e índice de plasticidad de suelos, para obtener resultados de la fracción de finos en el suelo, esto nos permitirá distinguir la composición si es limoso o arcillosa, de tal forma obtener su comportamiento mecánico.

- NTP 339.134, ASTM D 2487

Es el método de clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS Sistema Unificado de Clasificación de Suelo).

- NTP 339.135, ASTM D 3282

Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte.

2.4.3. Norma Técnica Peruana E-070

Requisitos establecidos de acuerdo a las exigencias mínimas de control de calidad y diseños de edificaciones de albañilería estructurales.

- NTP 339.604 - 339613

Unidades de Albañilería. Métodos de Muestreo y Ensayo de Unidades de Albañilería de Concreto, son los requisitos mínimos que deben cumplir las características de las unidades de albañilería, el cual se clasificara en un tipo de ladrillo de acuerdo a sus resultados.

- NTP 339.607 - 339.610

Mezcla para agregado de una unidad de albañilería que sea trabajable, adhesiva y sin segregación.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES Y EQUIPOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo la presente investigación se requirió el uso de los siguientes equipos, herramientas y materiales de trabajo en cada etapa de gabinete, campo y laboratorio.

Equipos:

- GPS
- Cámara fotográfica
- Tamices Tyler
- Balanza analítica
- Balanza de precisión
- Horno de secado
- Copa de Casagrande
- Máquina CINVA RAM
- Rombo Mezclador
- Máquina de Compresión Axial 250 kN, V 50-60Hz

Herramientas:

- Instrumentos de excavación (picos, palas y flexómetro)
- Cepillos
- Brochas
- Espátula
- Pipeta volumétrica



- Vidrio esmerilado de 30 cm x 30 cm
- Malla tamizadora
- Carretilla
- Manguera Regadora
- Reglas metálicas³
- Vernier
- Cuña metálica

Materiales:

- Mapas referenciales
- EPP
- Bolsas de muestreo
- Sacos de yute
- Cuna de muestreo
- Marcadores
- Registro de exploración
- Registros laboratorio de suelos
- Registros de control de calidad
- Bandejas
- Taras
- Baldes
- Cilindros
- Cemento Rumi Max
- Suelo Limo- Arcilloso
- Agua (agregado para mezcla o Secado)



3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación es experimental porque consiste en la selección de un yacimiento no metálico que posee características que son adecuadas de acuerdo a los parámetros mínimos requeridos como una cantidad de finos, límites líquidos e índice de plasticidad adecuada, que permitirán poder determinar las resistencias de nuestra elaboración de unidades de albañilería ecológicas.

3.2.1. Tipo de investigación

Tipificamos la investigación (ver tabla 16) y la observamos gráficamente el proceso de ejecución (ver figura 11).

Tabla 16: Tipos de investigaciones del proyecto.

Criterio C.C. 2013	Proceso metodológico según la investigación	Símbolo
Definición del objetivo	Prospección del yacimiento no metálicos.	a
Planteamiento de la solución	Ensayos de mecánica de suelos en laboratorio.	e
Desarrollar el diseño experimental	Extracción de muestra de suelo.	b
	Ensayos de mecánica de suelos en laboratorio.	c
Realizar el experimento	Evaluación de sus características del suelo de dicho yacimiento.	d
	Se realiza el procedimiento de elaboración de ladrillos.	f
	Evaluar los diseños de los bloques de albañilería.	h
Analizar resultados	Ensayo de resistencia.	g
Obtener conclusiones	Comprobación estadística de los resultados.	i
Realizar informe	Trabajo de investigación.	j
Conclusión	El objetivo logrado.	k
Referencias	Investigaciones, artículos y libros.	l

Fuente: Elaboración propia referencia proceso metodológico de investigación. (Camacho, 2013).

De acuerdo a las etapas de investigación se clasificó en diferentes tipos de investigación.

SIMBOLOGÍA DE TIPOS DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO

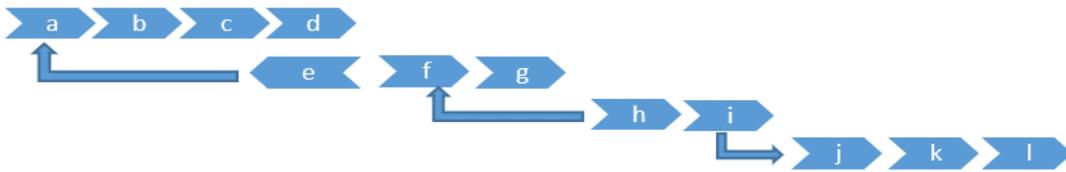


Figura 11: Simbología e diseño para tipos de investigaciones del proyecto.

Fuente: Elaboración propia adaptada (Camacho, 2013). Estas simbologías son basadas de acuerdo a la tabla 16, es el proceso en el que se abordó el proyecto de investigación.

3.2.2. Nivel y tiempo de investigación

La investigación es preliminar o exploratoria, llamada también “etapa de reconocimiento del terreno de la investigación”. (Carrasco, 2006). Prospectiva, previa planificación para la recolección de datos de la investigación.

3.2.3. Diseño de la investigación

La presente investigación es experimental. Por lo tanto, la materia de estudio, se asigna a la variable independiente y dependiente, así mismo analizamos los resultados para obtener conclusiones.

3.2.3.1. Definición de variables e indicadores

- Variable dependiente (X).
 - Elaboración de unidades albañilería ecológicas. – Estas son unidades ecológicas que permiten reducir la contaminación ambiental y sean aptos para la construcción de viviendas que permite dar una rigidez estructural.
 - Esfuerzos cortantes Axiales, obtenidos mediante laboratorio cuyo promedio es 62.8 kg/cm^2 apto por Norma Técnica Peruana 399.604 y 399.613 NT- E070 (Albañilería) y como resultado dio Ladrillo tipo 1.
- Variable independiente (Y).

- Evaluación de yacimientos no metálicos. – la prospección y extracción de suelos según su granulometría, plasticidad y otros aspectos favorables de acuerdo a la NTP 339.150, que darán origen a la localización del área.
- Propiedades mecánicas, los resultados según AASTHO (NTP 339.134) su clasificación es A-4(0) Y SUCS (NTP 339.135) su clasificación es LM, del yacimiento no metálico.

3.2.4. Población y muestra

La presente investigación considera los yacimientos no metálicos, que se encuentran en la ciudad de Puno en el Distrito de Pichacani alrededor del sector Ayuncora - Viluyo, el cual consta con 4 yacimientos no metálicos que es la población que se estudiara en esta investigación, por lo tanto, no hay una muestra, sino que se trabajó con toda la población, la cual depende mucho para la aceptación del yacimiento no metálico.

3.3. MÉTODO DE TRABAJO

El método de trabajo es científico cuantitativo experimental dado el resultado se conocerá de acuerdo a las normas existentes e implementadas, de tal forma se procedió de la siguiente forma:

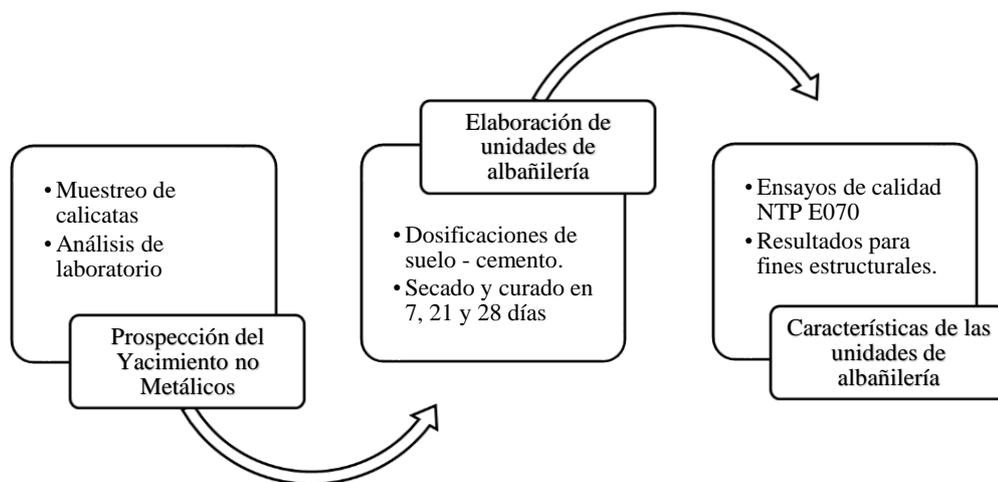


Figura 12: Procedimientos metodológicos de la investigación.

Fuente: Elaboración propia basada en (Monje, 2011). El cual nos indica el proceso metodológico que se ha realizado disciplinariamente para obtener resultados satisfactorios.

Las etapas son:

3.3.1. Etapa de Gabinete

Compilación de información en trabajos de proyectos, tesis, informes técnicos y boletines geológicos del área, ya sean basadas en estudios de la (INGEMMET) o empresas privadas. La interpretación de las imágenes satelitales que nos ayuda para la preparación los planos de reconocimiento del terreno, el desarrollo de los registros tanto exploratorios y de laboratorios según los parámetros requeridos por las Normas Técnicas, sistematización de datos para su posterior interpretación.

3.3.2. Etapa de registro exploratorio I

La prospección de los yacimientos no metálicos de acuerdo a la discusión de compilación de información se ubica los 4 puntos de extracción en distintas áreas, seguidamente se pasa a la excavación de las calicatas así mismo la toma de datos y muestras inalteradas para su posterior envío a laboratorio.

- Las excavaciones se dieron una profundidad moderada con un área de 1x1, en la cual pueda observarse las capas o estratos que presentan (ver figura 13) cuya calicata es del yacimiento 4.



Figura 13: Calicata a una profundidad moderada.



3.3.3. Etapa de laboratorio I

El procedimiento es la toma de datos, la ubicación de la muestra extraída y la humedad en que el terreno se presenta, posteriormente se cuartean la muestras para sus posteriores análisis granulométricos y los límites de Atterberg. La determinación de los resultados requeridos se basa al mayor contenido de finos y plasticidad.

- Análisis granulométricos con fin de determinar las clasificaciones de suelos para identificar qué diámetros presentan sus granos según las mallas Tyler, primeramente se lava la muestra con la malla N° 200, seguidamente el secado de muestras en horno por 24 horas, luego pasan a ser tamizados y pesados las muestras de suelos no pasantes de cada malla, obteniendo la composición de resultados de los áreas como; yacimiento 1 (2.08% gravas, 41.34% de finos y 56.37% de arenas), yacimiento 2 (21.20 % gravas, 32.64 % de finos y 46.16% de arenas), yacimiento 3 (0 % gravas, 50.08 % de finos y 49.92% de arenas) y yacimiento 4 (43.45 % gravas, 13.29 % de finos y 43.26% de arenas).
- Análisis de índice plástico para comprender si contiene materiales finos, de acuerdo a la determinación de límites líquidos y límites plásticos, se coge una parte del cuarteo para tamizarlo por la malla N° 40 para los ensayos de Copa de Casa Grande y la plasticidad con fricción de una fuerza homogeneizada obteniendo resultados (ver tabla 71 - anexos)

3.3.4. Etapa de registro exploratorio II

La prospección del terreno se dio mediante imágenes satelitales e información de tesis anterior mente mencionada se selecciona el yacimiento 3 por sus resultados aptos para continuar el estudio, Luego en un mapa guía se plantea la ubicación los puntos de extracción con fácil accesibilidad para su ejecución de toma de muestras, se emplea el

método de pozos a cielo abierto in situ, procediendo a las excavaciones de calicatas con cronograma preliminar, se opta en excavaciones con profundidad moderada, evitando alguna situación riesgosa o la presencia de anomalías del terreno (ver figura 14). Sin embargo, debe distinguirse los estratos y características del terreno, a fin de extraer muestras inalteradas de los puntos señalados y enviarlas al laboratorio.

- Inicialmente, se empieza por la parte más accesible margen izquierdo A donde inicia la carretera afirmada, continuamente se encontrarán anomalías como zonas de contacto y brechas craqueladas como el margen medio B, seguidamente se observarán la estratificación visible o en cortes de carretera como Margen derecho C.

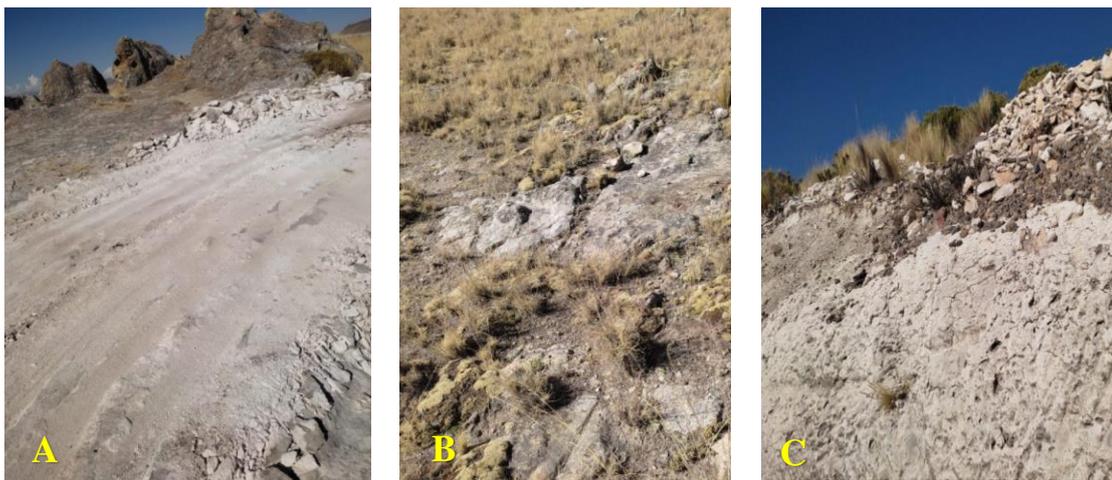


Figura 14: Reconocimiento de anomalías en el terreno.

3.3.5. Etapa de laboratorio II

Obteniendo resultados de la primera etapa de laboratorio, reconociendo el yacimiento 3 apto para seguir con los estudios del área en extensión de acuerdo a su composición geológica. Se obtuvieron un total de 14 calicatas registradas de las cuales se harán los análisis correspondientes con la finalidad de obtener resultados de los puntos extraídos viables según los parámetros permitidos.



A. Análisis granulométrico

A fin de determinar la clasificación de suelo de acuerdo a su diámetro de granos mediante diferentes tamices serié Tyler, comenzando del tamiz N° 20 hasta la N° 270 (ver figura 50 anexos).

Procedimientos:

- Una vez llegado la muestra de campo (ver figura 55 anexos), de deja secar en el aire libre para luego ser cuarteado (ver figura 15 - margen izquierdo).
- Luego se pesa la muestra cuarteada en la balanza analítica (ver figura 53 anexos), para luego ingresar al horno por 12 horas, una vez pasada las horas obtenemos el peso real sin contenido humedad.
- Pasamos a lavar la muestra, colocándolo en un recipiente y dejamos que fluya con el agua, este suelo siendo retenido por la malla N° 200 (ver figura 54 anexos), colocando proporciones mínimas para no tener perdidas de partículas y daños al equipo.
- Después se coloca la muestra lavada en un horno por 24 horas para el secado.
- Finaliza con la serie de tamices que se pone a rotar circularmente en funcionamiento a su eje base (ver figura 15 - margen derecho) en un aproximado de 20 minutos, dando algunos golpes en la parte superior para una buena clasificación del material.

Cálculo:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en la malla}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

De acuerdo al porcentaje retenido en cada matriz, se calcula el porcentaje retenido acumulado y porcentaje pasante. Dando esto una gráfica del comportamiento granulométrico.



Figura 15: Cuarteo y tamizado de muestra.

B. Determinación de índice plástico.

Necesitamos la determinación del índice plástico para saber su compresibilidad del material, de acuerdo a los límites líquidos, límites plásticos y humedad.

Procedimientos:

B.1) Determinación de límite líquido

- La muestra seca se pasa por malla N° 40 (ver figura 56 anexos) disponiendo en un recipiente, luego se añade gotas de agua (ver figura 16 margen izquierdo), hasta que esta se humedezca y se mezcla con la espátula hasta obtener una consistencia homogénea.
- Se coloca la porción de masa homogénea al medio de la copa Casagrande (ver figura 51 anexos), nivelamos la superficie (ver figura 16 margen derecho), luego separamos la otra sobrante en otro recipiente (ver figura 57 anexos).

- De acuerdo a la manivela se golpea en velocidad de golpe/segundo hasta cerrar la ranura de 12.5 mm una vez hecho se toma el número de golpes, extraemos la parte central de la muestra para determinar el contenido de humedad.

Hacemos este procedimiento tres veces para obtener un resultado de porcentajes de humedad.



Figura 16: Proceso de homogeneización en copa Casagrande.

B.2) Determinación de límite plástico

- El límite plástico del limo-arcilla con una fricción de mano sin ejercer fuerza tiene que llegar a un rollo de diámetro de 3 mm (ver figura 17).
- Con el sobrante de lados del límite líquido de las tres proporciones dadas, lo utilizamos para hacer el límite plástico.
- Se amasa la muestra hasta obtener una consistencia plástica y en proporciones pequeñas colocamos en la superficie del vidrio, para hacer la fricción de rollos con la palma de la mano hasta que se genere una fractura o quiebre la estructura circular.

- Una vez llegando al diámetro exigido se pone en taras para su peso húmedo según la balanza de precisión (ver figura 52 anexos), y meterlo al horno para obtener el peso seco.
- Una vez teniendo el resultado se observa la diferencia de pesos según su contenido húmedo.



Figura 17: Porción de masa homogénea en rollitos de diámetro 3 mm.

b.3) Determinación de índice plástico

Estas determinaciones se dan de acuerdo a la fórmula estipulada, los resultados se observan en la tabla 29.

- Cálculo:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP= Índice plástico: LL= Límite líquido: LP= Límite plástico.

*Estos resultados según propuesto por Atterberg y mejorado por Casagrande, tienen como parámetros permitidos según las NTP CE. 010.

3.3.6. Etapa de elaboración de unidades

Luego de los resultados obtenidos en laboratorio, de acuerdo a su clasificación según ASSTHO Y SUCS se obtuvo el yacimiento no metálico favorable, por ende, se hizo extracción de la materia prima. Para su continua elaboración de unidades de albañilería ecológicas, estas no presentan cocción, sino curado y secado.

Procedimiento.

Primeramente, adquirimos o arrendamos los instrumentos de ingeniería, Prensa Cinva Ram (ver figura 72 anexos) para la comprensión de la mezcla, y rombo mezclador (ver figura 73 anexos) para la homogeneidad de la mezcla; seguidamente la adquisición de los materiales de composición para la elaboración de las unidades de albañilería ecológicas, el transporte de la materia prima en volquetada, dejando un desmonte de la materia prima como se observa (ver figura 75 anexos), seguidamente la compra de cemento Rumi Max (ver figura 74 anexos), y el cálculo de porcentaje de agua (ver figura 76 anexos). Se hacen tres tipos de dosificaciones para obtener los resultados según porcentaje de suelo-cemento.

B.1 Prueba de los grupos serán en las siguientes dosificaciones:

Grupo 1: Se trabajó con una dosificación de suelo 73%, cemento 18% y agua 9%.

Grupo 2: Se trabajó con una dosificación de suelo 76%, cemento 15% y agua 9%.

Grupo 3: Se trabajó con una dosificación de suelo 79%, cemento 12% y agua 9%.



Figura 18: Resultado del proceso de zarandero por Malla N° 14.

- Antes de entrar al rombo mezclador el material es tamizado por malla N° 14. (ver figura 18).
- Luego de acuerdo a sus proporciones es sometido a la mezcladora hasta estar homogénea (ver figura 19 - margen izquierdo), seguidamente se riega agua de forma paralela en el mismo movimiento del rombo (ver figura 19 – margen central), luego por 5 minutos más el rombo llega a homogeneizar y la mezcla llega a un punto no tan húmedo logrando la consistencia requerida (ver figura 19 – margen derecho). Para finalizar el proceso de rombo se verifica con el tacto la estabilidad de la mezcla (ver figura 77 anexos).
- Luego separamos la muestra del Rombo y lo disponemos en la carretilla (ver figura 78 anexos).
- Pero en esta ocasión manipulamos el transporte en un ambiente cerrado sin ingreso de la luz solar (ver figura 79 anexos), luego manipulamos en baldes para proceder a colocarlo en la parte caja de prensa Cinva Ram.
- Una vez comprimida la mezcla (ver figura 80 anexos), se baja la manilla con delicadeza, para que la unidad de albañilería salga a la superficie (ver figura 81 anexos), luego de un esfuerzo completo la unidad de albañilería está en la superficie de la prensa (ver figura 82 anexos).
- Seguidamente, se hace la limpieza con un broche, se utiliza cemento como adherente para un mejor acabado y finalmente se obtiene el acabado de la unidad sin escorias (ver figura 20).
- Para la manipulación del transporte se hace con delicadeza dependiendo del porcentaje de cemento compuesto en la muestra (ver figura 83 anexos).

- Se coloca en un medio cerrado para no exponerse a ninguna dificultad (ver figura 84 anexos), y así se coloca en grupos de acuerdo a la dosificación y tiempo de secado (ver figura 85 anexos).
- Se trabaja en los mismos intervalos se procede de elaboración después de 7 días del primer bloque elaborado, se hará otras dosificaciones para las unidades y por último el de 14 días después tendrá el mismo procedimiento con otra dosificación (ver figura 86 anexos).
- Para finalizar se tendrá un riego de agua, y se deja secar al medio ambiente durante 28 días- 21 días y 7 días (ver figura 87 anexos).



Figura 19: Mezcla en proceso de homogeneización.



Figura 20: Limpieza de escorias para un mejor acabado.



3.3.7. Etapa de laboratorio III

Características Físico – Mecánicas de las unidades de albañilería ecológicas, según la elaboración se seleccionó un total de 90 unidades de albañilería ecológicas para los ensayos requeridos por la NTP E070.

- 30 unidades de albañilería ecológicas del grupo 1 en serie de 7-21-28 días de secado.
- 30 unidades de albañilería ecológicas del grupo 2 en serie de 7-21-28 días de secado.
- 30 unidades de albañilería ecológicas del grupo 3 en serie de 7-21-28 días de secado.

a) Procedimientos

Se hace el transporte de las unidades al laboratorio por bloques de acuerdo a su dosificación (ver figura 88 anexos), luego se separa por grupos de dosificaciones (ver figura 89 anexos), y finalmente dentro de los grupos de dosificación se hace una subdivisión por días de curado y secado 28-21-7 días (ver figura 90 anexos).

b.1) Ensayo de dimensionalidad

Es un ensayo de clasificatorio el cual consiste en medir el largo, ancho y alto del ladrillo (ver figura 21).

Procedimiento:

- La primera medición será de largos de la unidad de albañilería ecológica, se tomarán dos mediciones en los extremos de la base y cara, los cuales serán apuntados.
- Luego se saca las dimensiones de ancho, también serán dos medidas de los extremos tanto de la base como la cara.
- Y finalizando con la altura, sacamos dos medidas de los lados largos y cortos los 4 lados. Se procede hacer lo mismo con las 89 unidades restante.



Figura 21: Ensayo de variación dimensional-medida altura, ancho y largo

b.2) Ensayos de alabeo

Este ensayo consiste medir las deformaciones de las caras y bases del ladrillo, si estas presentan concavidad y convexidad.

Procedimiento:

- La forma correcta es ubicar la regla metálica en las diagonales de la unidad (ver figura 22) margen derecho.
- Una vez ubicada el diagonal se introduce una cuña metálica en la flecha máxima de la concavidad del ladrillo (ver figura 22) margen izquierdo.
- Luego se mide la de formación de la concavidad, tendremos un total de 2 diagonales que permitirá medir la deformidad tanto de la base y en la cara solo se medirá de manera paralela, ya que presenta dos orificios grandes, y así se procede con lo restante de las unidades de albañilería Ecológicos.



Figura 22: Ensayo de alabeo- reconocimiento de convexo o cóncavo

b.3) Ensayo de absorción

Procedimiento:

- Se coloca las unidades en una balanza para registrar su peso inicial, luego secamos la unidad, ya que esta suele absorber la humedad del ambiente, se coloca las 5 unidades seleccionados al horno durante 24 horas (ver figura 91 y 92 anexos).
- Luego las colocamos en la balanza y tomamos datos de su peso seco (ver figura 93 anexos), seguidamente estas son sumergidas en grupos, a los cilindros de agua tomando en cuenta el inicio del tiempo, porque estas serán sumergidas por 24 horas (ver figura 23).
- Al pasar las 5 horas sumergidas en el agua, las sacamos y tomamos su peso de la unidad absorbente de agua durante sus 5 horas sumergidas (ver figura 94 anexos), y finalizamos en tomar el peso sumergido por 24 horas (ver Figura 95 anexos).

$$\% H_2O \text{ absorbida} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$



Figura 23: Ensayo de absorción-24 horas de sumergido la unidad.

b.4) Ensayos de resistencia a la compresión

Este ensayo nos servirá para tener un promedio total y observar la clasificación de la unidad de albañilería ecológica según la NTP E070. Para ello este ensayo se necesitará un mortero (ver figura 96 anexos), para el proceso de alisado de la parte superior e inferior de la unidad, dar una estabilidad uniforme, para su respectiva distribución de fuerzas en el área total del ladrillo.

Procedimiento:

- Seleccionamos 5 muestras de cada grupo compuestas de 10 unidades.
- Antes de llevar a la máquina se hace el proceso de alisado, colocamos 1:1 de cemento y yeso en un recipiente (ver figura 97 anexos), mezclarlo para tener uniformidad (ver figura 98 anexos), se hecha agua en proporciones pequeñas de la probeta (ver figura 99 anexos), hasta que la mezcla tenga una forma homogénea llamada también Diablo (ver figura 100 anexos).
- Vaciamos el mortero en las bolsas plásticas para hacerlo de manera encamada y nivelarlo (sugerencia una mesa o superficie plana), hasta tener una capa de 3 mm se pone la muestra de la unidad sobre la mezcla diablo hasta que se solidifique

(ver figura 101 y figura 102 anexos). Continuamos con los grupos restantes el mismo procedimiento.

- Y hacemos el mismo procedimiento para los grupos restantes (ver figura 103-104-105 y 106 anexos), para la parte de la cara en este caso la capa será más de 10 mm ya que su canto presenta esa altura (ver figura 107 anexos).
- Una vez acabado la nivelación esta se deja para su inicio de secado (ver figura 108 anexos). Pasado las 24 horas de secado (ver figura 109 anexos), incorporamos las unidades a la máquina de Compresión a la resistencia (ver figura 110 anexos), para ver cuanto es el resultado de la capacidad de fuerza sometida y obtener la ruptura (ver figura 24) estas se realizarán para cada unidad según su grupo y días de curado.



Figura 24: Ensayo de Resist. de Compresión – rupturas presentadas.

Este ensayo fue elaborado en INGEOPLESCA constructora y consultora. (2) en las figuras 111 hasta la figura 115 de anexos presentan fisuras y fracturas en distintos lados de la unidad.

3.4. CONFIABILIDAD

3.4.1. Prospección campo

De acuerdo a la información obtenida en campo para su posterior estudio laboratorio se hace un análisis de viabilidad de los yacimientos, en la cual una de ellas es aceptable por lo cual se obtiene la misma descripción de la parte prospectada del yacimiento no metálico de tal manera puntos de calicatas excavadas cuales fueron: composición detritos calcáreos 56%, material aluvial 30%, material con bolones 7%, y material erosionado 7%.

3.4.2. Características de suelo

De acuerdo a los análisis de mecánica de suelos, se determinan el porcentaje de las muestras en función a sus características físico-mecánicas, se definió 11 calicatas con mayor contenido de arcillas y 3 con contenido limos- arenas.

3.4.3. Dosificación y diseños de unidades de albañilería

Se realizó dosificaciones para determinar que las unidades de albañilería ecológicas son viables.

Tabla 17: Dosificaciones por grupos.

Grupos de Muestra	Descripción	Dosificaciones	Porcentaje de mezcla
Grupo 1	Días de secado 7-21-28	5:1.5:1	73%-18%-9%
Grupo 2	Días de secado 7-21-28	5:1.25:1	76%-15%-9%
Grupo 3	Días de secado 7-21-28	5:1:1	79%-12%-9%

Fuente: Elaboración Propia adaptada de (Choque & Huaman)



3.4.4. Propiedad de las unidades de albañilería ecológicas

- a) Ensayos de variación dimensional, según los resultados a las unidades de albañilería, su variación dimensional se encuentra un promedio ancho 99.2%, largo 99.4% y altura 99.3%, no contiene deformaciones altas que pueden causar un problema.
- b) Ensayos de Alabeo, la adhesión promedio no sobrepasa los 9-12 mm.
- c) Ensayos de Absorción, según los grupos 1-2-3, ninguno presenta una absorción elevada, por ende, tiene una buena compactación de granos.
- d) Ensayos de Compresión, según los resultados de los tres grupos a sus 28 días de secado, obtienen mayor a 50 kg/cm². El cual pasan a ser clasificado como bloques y ladrillo tipo 1.

3.5. LIMITACIONES

- La información sobre los yacimientos no metálicos no tiene suficientes sustentos documentales, en ámbito local, debido a que gran parte de la información se basó en trabajo de campo.
- Por factor tiempo la investigación no pudo darse a detalles, ya que el proyecto es hecho de forma natural, sin depender de alguna institución, por ende, el aspecto laboral ciertamente tiende a darte una fracción mínima de tiempo, esto fue impedimento para obtener más información sobre yacimientos no metálicos de la ciudad de Puno y alrededores.
- El financiamiento es una de las principales limitaciones porque se requiere una subvención económica debido a que el monto es elevado, debido a la magnitud del plan del trabajo de esta investigación.
- Falta de personal capacitado en el área de elaboración de unidades de albañilería ecológicas.



- Debido a la crisis Sanitaria, no se pudo conseguir personal, por el miedo latente del contagio por el COVID-19, por ende, el costo de mano de obra se triplicó la jornada de trabajo, siendo perjudicial para recolección de datos de campo.

CAPÍTULO IV

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

El yacimiento no metálico se ubica al Sur de la ciudad de Puno a 25 km aproximadamente, se encuentra delimitada por las coordenadas geográficas mostradas en la tabla 19. El área de la zona de estudio es de 4, 13 km², está dividida por el río Candamo que es parte del río Loripongo; políticamente pertenece al departamento de Puno, provincia de Puno, distrito de Pichacani y centros poblados Ayuncora – Viluyo.

Tabla 18: Ubicación política del proyecto.

UBICACIÓN POLÍTICA	
Departamento	Puno
Provincia	Puno
Distrito	Pichacani
Centro Poblado	Ayuncora - Viluyo

Fuente: Elaboración propia.

Geológicamente, este yacimiento se ubica en dos cuadrángulos 33-v y 33-x (Pichacani e Ilave), como muestra la figura 25 mapa de ubicación.

Tabla 19: Ubicación geográfica del proyecto.

Coordenadas UTM		
Punto	Norte	Este
1	8218655	390597
2	8221047	395109
3	8218655	395109
4	8221047	390597

Fuente: Elaboración propia.



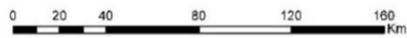
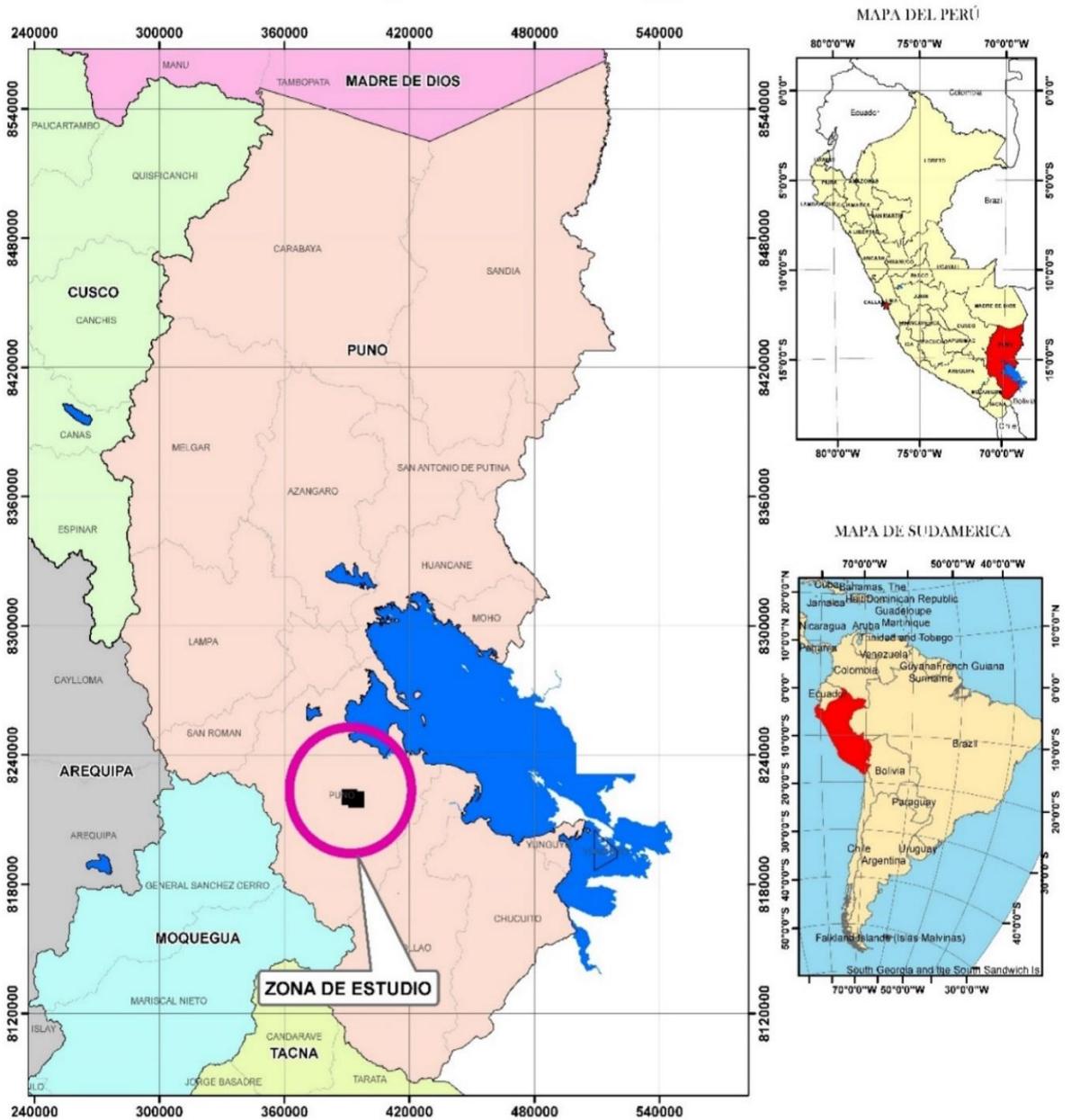
El acceso a la zona de trabajo se hace por la carretera Puno – Moquegua, hasta el sector Ayuncora con un total de 32 km, esto en vía asfaltada como muestra la figura 26; cuyo tiempo se explica en la tabla 20.

Tabla 20: Vía de acceso al proyecto.

ACCESIBILIDAD			
Tramo	Distancia (km)	Tiempo (min)	Tipo Vía
Puno-Moquegua	32km	12 min	Asfaltado

Fuente: Elaboración propia.

MAPA DE UBICACIÓN



Legenda

- Limite Departamental
- Limite Provincial
- Vías Nacional
- Lagos y Lagunas

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA				
Proyecto: "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO"				Hoja N°: 01
Descripción: MAPA DE UBICACIÓN				
Ubicación: UFUNCOYA-VILUYO, DISTRITO DE LARAQUERI, PROVINCIA PUNO, DEPARTAMENTO DE PUNO				
Elaborado: INGEMMET	Modificado: Bach. Diana APAZA E.	Revisado: Msc. Leonel PALOMINO A.	Aprobado:	
Escala: UTM 90564-18S	Formato: A.3	Base: Indicada	Código Archivo: FL-UBI-01	Fecha: Agnosto 2021

Figura 25: Mapa de ubicación de la zona de estudio.

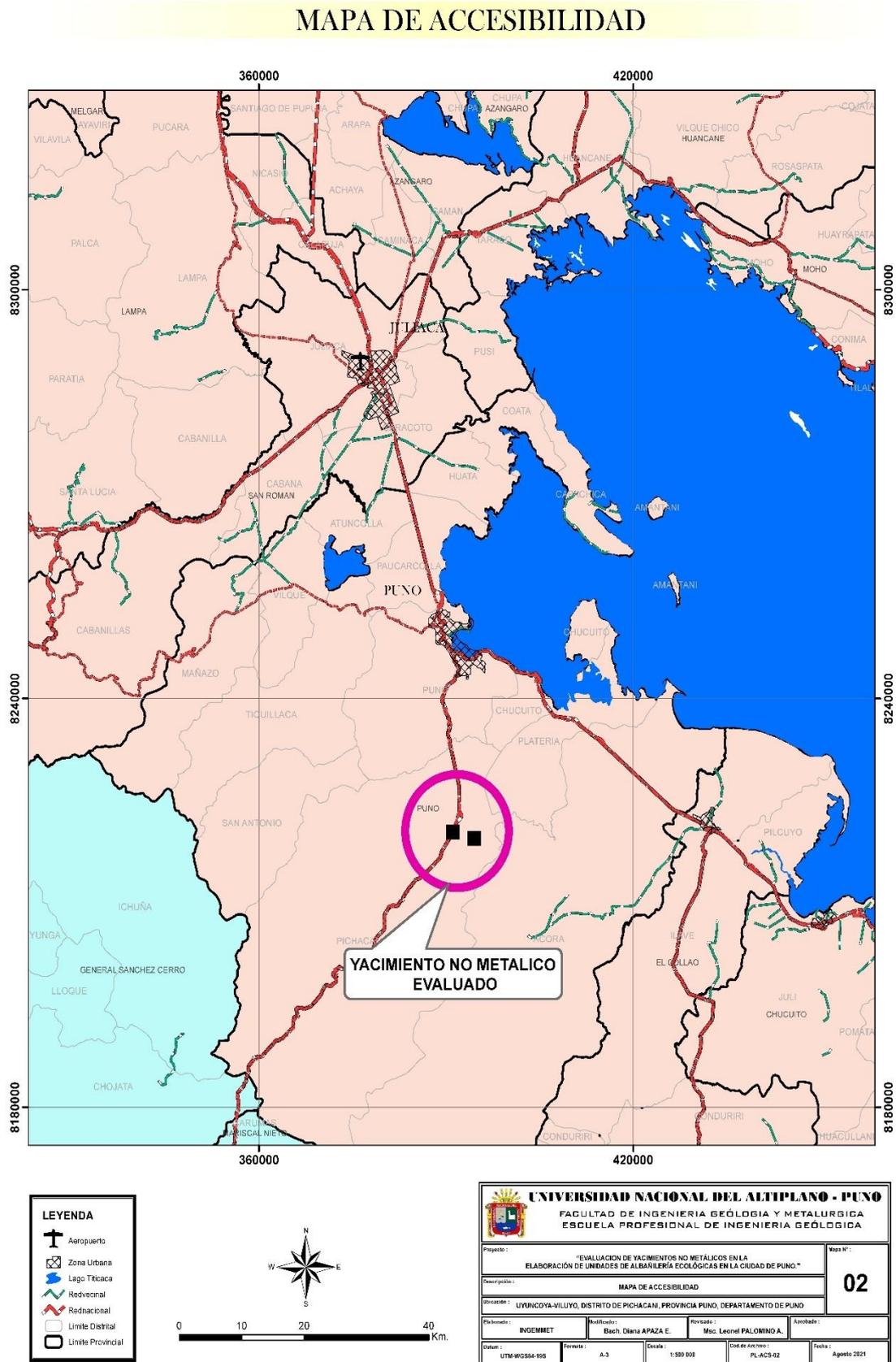


Figura 26: Mapa de accesibilidad de la zona de estudio.

4.2. GEOLOGÍA LOCAL

La geología de la zona de estudio comprende rocas de origen volcánico explosivo y suelos de granulometría limo arcillosa.

4.2.1. Grupo Tacaza

Las rocas del grupo Tacaza están conformados por rocas volcánicas y volcanoclásticas, aglomerados de andesitas, tobas dacíticas e ignimbritas. Las facies volcanoclásticas de esta unidad se encuentran en la base, sobre yacen a esta litología las tobas y tufos volcánicos, luego se ubica aglomerados andesíticos y finalmente en el tope se encuentran las ignimbritas. Las tobas e ignimbritas están en un proceso de meteorización que muestran en algunos casos suelos poco desarrollados no transportado. Granulométricamente, se observa arcillas y limos (ver figura 27). En Viluyo en la última calicata se encontró disseminaciones de pirita y silicificaciones poco desarrolladas.



Figura 27: Vista estratificación del Grupo Tacaza.

La composición estratigráfica es en la parte inferior Conglomerado Tobáceo –y superior las ignimbritas.

4.2.2. Formación Sencca

La formación Sencca está compuesta por rocas volcánicas, mayoritariamente de tobas de composición riolítica con colores rojizos blanquecinos y brechas; las tobas riolíticas contienen biotita, son muy porosas y de poco peso específico. Los colores en este tipo de litología varían por la alteración que presenta de blanco a blanco con tonalidades amarillas; en estas rocas también se observan cristales de cuarzo, plagioclasa y pómez como fragmentos líticos (ver figura 28). Esta unidad estratigráfica contiene mayoritariamente arcillas en comparación con el Grupo Tacaza. Entre la calicata 6 y 6-2 esta formación tiene la ocurrencia de pómez en una toba volcánica de color blanco que tiene una gradación inversa hacia la parte media, luego continúa una gradación normal hacia el tope en donde también se observa cenizas volcánicas que son susceptibles a deslizamientos y derrumbes.



Figura 28: Vista de rocas de la Formación Sencca.

(1) En el lado izquierdo toba de composición riolítica con alta porosidad. (2) en la parte derecha se ve lapilli erosionada y meteorizada.

4.2.3. Cuaternario Aluvial.

Los depósitos aluviales recientes en la zona de estudio, están compuestos por capas gruesas - finas de gravas, arenas y limos que encuentran en espesores de 30 cm a

40 cm; también observa la presencia de material orgánico de color negro en donde se realiza actividades de pastoreo y cultivo pasto mejorado (ver figura 29).



Figura 29: Vista de los depósitos aluviales separados por el caudal.

De acuerdo a la litología presentada en el área, se genera una columna estratigráfica como se observa en la siguiente tabla y mapa geológico figura 30.

Tabla 21: Columna estratigráfica del proyecto.

ERA	SISTEMA	ÉPOCA	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Cuaternario Depósitos aluviales	Q-al	Depósitos de lechos de río, gravas con finos, arenas y limos.
	NEÓGENO	Plioceno	Formación Sencca	Ns-Se Fm	tobas riolíticas, brechoides y porosos, depósitos de lapilli.



		Mioceno	Grupo Tacaza	PsN-Tac	Rocas volcánicas, aglomerados andesíticos, tobas dacíticas e ignimbritas.
--	--	---------	--------------	---------	--

Fuente: Elaboración propia modificada en (Gonzales y Lopez, 2015).



Figura 31: Mesetas volcánicas del Grupo Tacaza.

Vista Sur de la carretera Puno- Moquegua, la estructura tectónica se encuentra en las pampas de Cutimbo y cerca de la zona del proyecto.

4.2.4. Geomorfología local

El área de estudio presenta geoformas producto de factores endógenos y exógenos; en donde se observa mesetas, colinas y planicies. Las mesetas y colinas tienen pendientes moderadas hasta empinadas que van de 15% hasta 50%; en las planicies (ver tabla 22) las pendientes oscilan entre los 0 a 4 %, lo cual hace que los ríos tengan formas meandriformes. En los sectores donde las pendientes son empinadas no se observan suelos desarrollados, pero ocurren depósitos coluviales de origen volcánico.

La unidad geomorfológica colinas volcánicas está compuesta por tobas dacíticas, que se encuentran en proceso de meteorización (proceso denudacional), los cuales forman pequeños surcos producto de acción pluvial, con pendientes moderadas. Las escarpas en la zona de estudio se presentan en rocas volcánicas que presentan mayor compactación (ignimbritas y flujos de composición andesíticas y dacíticas), lo que hace que se presente la erosión diferencial por el tipo litología, presentan pendientes empinadas. Las laderas se componen de depósitos coluviales disgregados de rocas volcánicas con formas

angulosas, no presentan estratificación, tienen pendientes moderadas estas se distinguen en el mapa satelital (ver figura 40 anexos).

Las terrazas aluviales están compuestas por gravas, arenas y limos, tienen pendientes sub horizontales, en esta unidad se realiza las actividades de pastoreo. El lecho fluvial este compuesto por limos y gravas, comprende el cauce de río que tiene un comportamiento estacional. El río Candamo presenta comportamiento meandriforme el cual dejó depósitos fluvio-aluviales de arenas lo que demuestra sectores amplios de inundación relacionados paleocausas (ver tabla 22).

Como modelamiento antrópico la zona de estudio muestra la carretera que va de Puno – Moquegua que hizo cortes en colinas y rellenos en las planicies.

Tabla 22: Descripción de unidades geomorfológicas.

UNIDAD		DESCRIPCIÓN
Ambiente Geomorfológico	Unidad Geomorfológica	
Colinas	Colinas	Compuesta por rocas volcánicas de origen explosivo con pendientes moderadas.
	Escarpas	Esta unidad está compuesta por rocas volcánicas, de origen explosivo y de flujos, con pendientes empinadas.
	Laderas	Compuestas por material coluvial y de pendientes moderadas.
Planicies	Rio	El cauce está en medio de un valle glacial senil.
	Lecho Fluvial	Compuesto por depósitos fluviales limos y gravas; el lecho fluvial es meandriforme.
	Terrazas Aluviales	Compuesto por depósitos aluviales de gravas, arenas y arcillas.
Antrópico	Carretera	Vías de acceso carretera asfaltada y afirmada.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 32: Vista de panorámica de las unidades geomorfológicas.

Fuente: Elaboración propia. La vista fotográfica es formato panorámico de Sur-Este.

4.3. CLIMA Y VEGETACIÓN

El comportamiento climático regional circunscribe la zona de estudio con temperaturas que van desde $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta los $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el día y en la noche $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, por lo general se presenta dos estaciones anuales, la precipitación es de los meses de setiembre- marzo o abril. Y los meses secos de mayo- agosto bajando la temperatura a los $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La vegetación del lugar es típica de la zona altiplánica en donde se tiene arbustos y pastos, los arbustos se desarrollan en las laderas de la colina y los pastos naturales se desarrollan en las planicies. La zona presenta escasa producción agrícola.

4.4. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DE CALICATAS SECTORES DE AYUNCORA – VILUYO

De acuerdo a las características físico-mecánicas que requieren para este tipo de estudios se priorizó suelos con alto contenido de material plástico (arcillas) de fácil acceso, esto de acuerdo a los estudios geológicos previos; en el cual se determinó a la Formación Sencca como unidad estratigráfica óptima para la elaboración de unidades de

albañilería ecológicas. La particularidad litológica de esta unidad contiene material fácil de zarandear, ya que contienen más partículas finas.



Figura 33: Vista perfil del yacimiento no metálico.

(1) Vista izquierda inicio de la prospección del proyecto. (2) Derecha final del proyecto.

Para la obtención de datos representativos se hicieron calicatas priorizando lugares de fácil acceso según la topografía (ver figura 41 anexos) sin ocurrencia de afloramientos rocosos y otras anomalías que dificulten la extracción de muestras (ver tabla 23). Se plantearon 14 calicatas (ver figura 42 anexos) que guardaban un alineamiento de Sureste a Noreste, lo cual representaría las unidades geológicas con mayor interés para este estudio.

Tabla 23: Características geológicas de las calicatas.

Calicatas	Ubicación.		Profundidad (m)	Descripción	N° de Fig. en Anexos
	Este	Norte			
	Calicata CPV-1	391233			
Calicata CPV-2	391481	8220486	1.80	Detritos silicificadas Limo - arcillosos, deposito coluvial.	(ver figura 43)
Calicata CPV-3	391942	8220109	0.70	Detritos volcánicos silicificadas, material arcilloso, con bolones.	(ver figura 44)
Calicata CPV-4	392237	8220135	1.53	Arenas con contenido de limos y arcillas, y algunos clastos de 2cm de diámetro	(ver figura 44)
Calicata CPV-5	392799	8220539	1.57	Arenas con arcillas presencia de plasticidad.	(ver figura 45)
Calicata CPV-6	392942	8220276	1.54	Gravas con matriz arcillosa, presencia de mediana plasticidad.	(ver figura 45)
Calicata CPV-6-2	393395	8219794	0.43	Arenas limosas con presencia de arcillas, mediana plasticidad.	(ver figura 46)
Calicata CPV-7	393589	8220059	1.05	Limo arenoso con poco contenido de arcilla, muy baja plasticidad.	(ver figura 46)
Calicata CPV-8	393888	8219818	1.51	Suelo arenoso con limos, gravas en un 5%, presenta baja plasticidad.	(ver figura 47)
Calicata CPV-9	394324	8219926	1.56	Detritos arenosos con alto contenido de arcilla, con plasticidad.	(ver figura 47)
Calicata CPV-10	394512	8219469	1.50	Suelos arenosos con limos y contenido de arcillas, presenta plasticidad.	(ver figura 48)
Calicata CPV-11	394497	8219310	1.54	Suelo limos arcillosos con bolones de 1cm y alta plasticidad.	(ver figura 48)
Calicata CPV-12	394581	8219459	1.55	Arcillas, con contenido de limo y alta plasticidad	(ver figura 49)
Calicata CPV-13	394486	8219114	1.54	Limo arcillas con plasticidad, presencia de roca ígnea en el interior.	(ver figura 49)

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS PARA YACIMIENTOS NO METÁLICOS

Para los análisis se exigió parámetros mínimos de acuerdo a la Norma Técnica Peruana CE. 010 RNE, por lo que se muestreó las zonas con mayor presencia de cenizas volcánicas o materiales sueltos de contenido plástico, de tal manera se determinó que yacimiento es apto para su continuo estudio bajo su extracción de muestras y resultados de laboratorio, según los ensayos MTC E107, nos definen los parámetros de acuerdo a clasificación granulométrica, LL, LP e IP, cuyos resultados determinaron que yacimiento es viable para la extracción y elaboración de unidades de albañilería. A continuación, describimos las características físicas que presentan los yacimientos.

5.1.1. Yacimiento 1

La ubicación de este yacimiento está en N 8209105 y E 378322, no cumple con las condiciones establecidas por la norma, según la exploración y extracción de calicatas se encontró cenizas volcánicas intemperizadas, el cual dio resultados que fueron una calificación de arena limosa SUCS= SM y AASTHO= A-4(0), de acuerdo a su verificación según los análisis, en su efecto no contiene plasticidad (ver tabla 24).

De acuerdo a su génesis, existen variaciones estratigráficas, que originan cambios físico-mecánicos en los agregados. Por lo cual se exigirá parámetros mínimos en las propiedades o características, según los resultados (ver tabla 94 anexos) su clasificación es arena limosa (ver figura 116).

Tabla 24: Parámetros de evaluación del yacimiento 1

EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS					
PARÁMETROS MÍNIMO REQUERIDO SEGÚN ASSHTO Y SUCS		YACIMIENTO 1	EVALUACIÓN		
GRANULOMETRÍA		A-4(0)	CUMPLE		
Parámetros mínimos		Sus parámetros			
% Finos	>35%	41%			
Parámetros mínimos		Sus parámetros	NO CUMPLE		
LL	>50%	20.41%			
LP		18.46%			
IP	>21%	1.95%			
Resultado del Yacimiento Nro 1			NO CUMPLE		
UBICACIÓN GEOGRÁFICA		N	8209105	E	378322

Fuente: Elaboración propia basada en (Chimbo, 2017). Nos basamos en la NTP CE.010 pavimentos urbanos.

Como se observa figura 34, el yacimiento 1 de acuerdo a sus características esta presenta 41% Finos que es aceptable, ya que es mayor que 35%, pero su LL es de 20.41% no sobrepasa los 50% de LL, de igual forma sucede con el parámetro de IP que pide mayores a 21% y este solo da 1.95% estos resultados se pueden observar en la tabla 98 (anexos), por lo cual este yacimiento no es apto para la elaboración de unidades de albañilería.

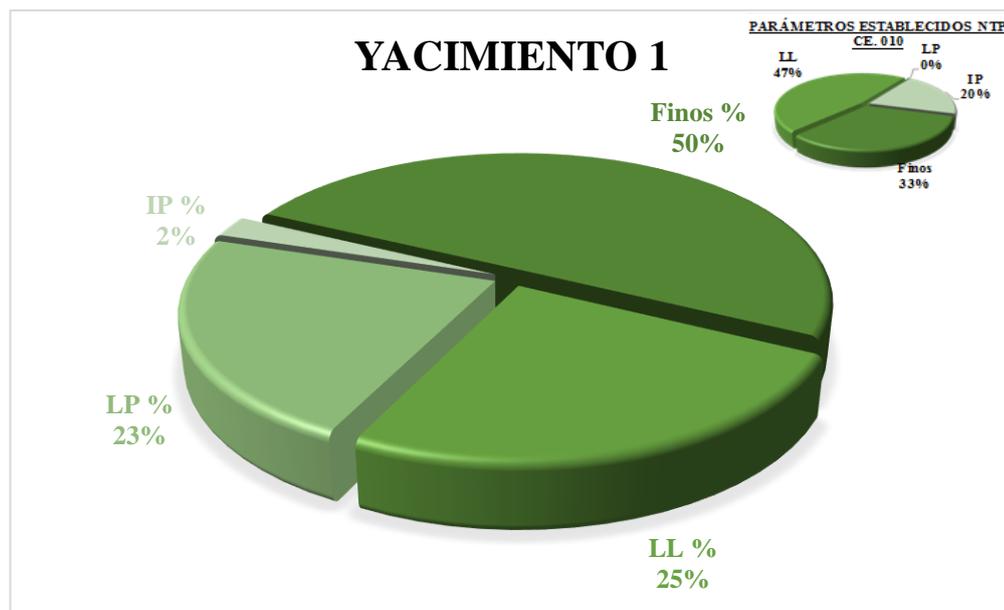


Figura 34: Porcentaje estadístico de yacimiento 1.

Fuente: Elaboración Propia figura adaptada a la tabla 24. Como se observa el parámetro establecido de la NTP de cimentaciones y pavimentos, el análisis estadístico indica que carece el límite líquido e índice de plasticidad.

5.1.2. Yacimiento 2

El yacimiento está ubicado en las coordenadas N 8249596 y E 389281, en la prospección se encontró material cuaternario coluvial cuya clasificación fue arena limosa como se clasifica en SUCS=SM y AASTHO= A-2-4(0), de acuerdo a las condiciones establecidas por la NTP CE. 010 no cumplen lo requerido, ya que sus resultados se verifican en la tabla 95 (anexos) indicando una clasificación de arena limosa que no contiene plasticidad, el resultado de la clasificación granulométrica en la figura 117 (anexos), se observa los parámetros finos, LL, LP e IP del yacimiento en la Tabla 25.

Tabla 25: Parámetros de evaluación del yacimiento 2

EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS				
PARÁMETROS MÍNIMO REQUERIDO SEGÚN ASSHTO Y SUCS		YACIMIENTO 2	EVALUACIÓN	
GRANULOMETRÍA		A-2-4(0)	CUMPLE	
Parámetros mínimos		Sus parámetros		
% Finos	>35%	33%		
Parámetros mínimos		Sus parámetros	NO CUMPLE	
LL	>50%	27.24%		
LP		23.51%		
IP	>21%	3.73%		
Resultado del Yacimiento Nro 2			NO CUMPLE	
UBICACIÓN GEOGRÁFICA		N	8249596	E 389281

Fuente: Elaboración propia basada (Chimbo, 2017), adaptado a la NTP CE. 010.

El yacimiento 2 según los parámetros mínimos, ninguna de sus características sobrepasa lo indicado, por ende, no es apto según la figura 35, ya que solo en finos presenta un 33%, y en el LL 27.24% menor al parámetro mínimo, lo mismo pasa en el

caso de IP el que presenta es 3.73% que es menor a lo requerido, por lo tanto, el yacimiento no cumple los parámetros establecidos.

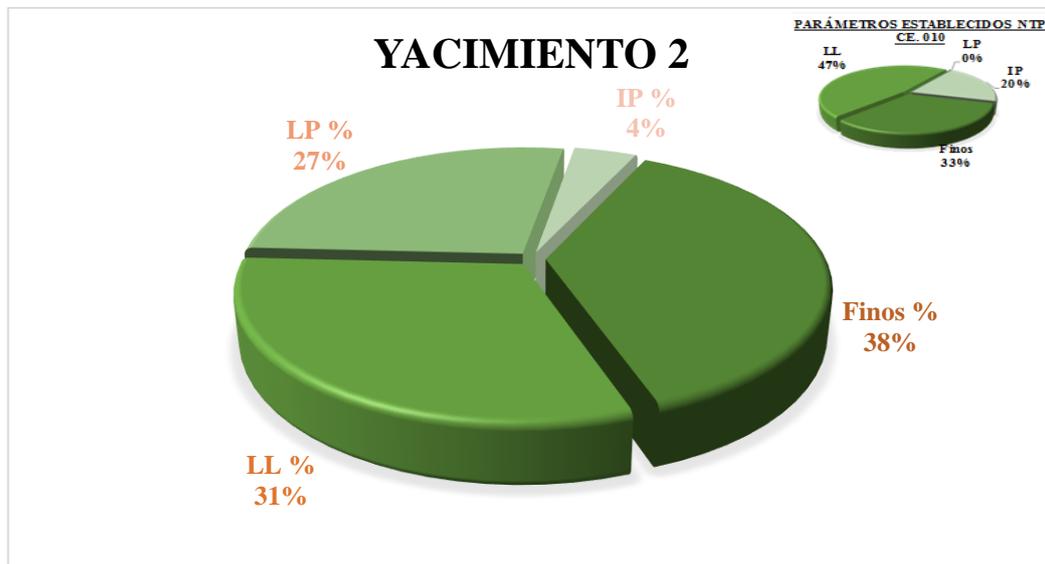


Figura 35: Porcentaje estadístico de yacimiento 2.

Fuente: Elaboración Propia figura adaptada a la Tabla 25.

5.1.3. Yacimiento 3

El yacimiento se encuentra ubicado en las coordenadas N 8219459 y E 394581, cuya composición es de cenizas volcanoclásticas con alto contenido de arcillas la clasificación granulométrica fue de arcilla alta plasticidad arenosa, según SUCS= CH y AASTHO=A-5(0), cumple todas las condiciones establecidas por la NTP CE. 010, según los resultados de laboratorio como se observa en las tablas 96 (anexos), su granulometría se observa en la siguiente imagen figura 77 (anexos) hacemos una comparativa de parámetros permitidos con parámetros del yacimiento como indica la tabla 26.

Tabla 26: Parámetros de evaluación del yacimiento 3

EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS				
PARAMETROS MÍNIMO REQUERIDO SEGÚN ASSHTO Y SUCS		YACIMIENTO 3		EVALUACIÓN
GRANULOMETRÍA		A-5(0)		CUMPLE
Parámetros mínimos		Sus parámetros		
% Finos	>35%	50%		
Parámetros mínimos		Sus parámetros		NO CUMPLE
LL	>50%	51.16%		
LP		16.98%		
IP	>21%	34.18%		
Resultado del Yacimiento Nro 3				SI CUMPLE
UBICACIÓN GEOGRÁFICA		N	8219459	E 394581

Fuente: Elaboración propia basada en ASTM D 4318, ASTM D 2487 y ASTM D 3282. (Chimbo, 2017).

El yacimiento 3 evaluados según los parámetros requeridos, este yacimiento nos da sus parámetros los cuales son: 50% finos cuál es mayor al parámetro mínimos requerido, un 51.16 % de LL que es mayor al 50% requerido, 34.18% de IP que es mayor al 21% requerido, por ende, este yacimiento si cumple los estándares requeridos como se observa en la figura 36, es apto para la elaboración de unidades de albañilería ecológicas, por lo tanto, se hace la exploración y ejecución de la extracción de materia prima para su continuo estudio.

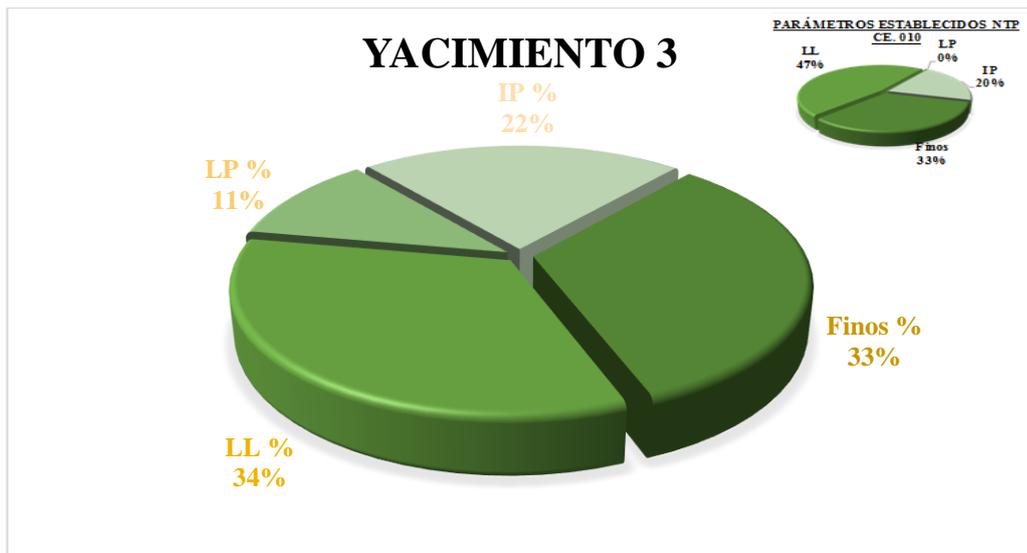


Figura 36: Porcentaje estadístico de yacimiento 3.

Fuente: Elaboración Propia figura adaptada a la tabla 26.

5.1.4. Yacimiento 4

Según las coordenadas N 8212269 y E 385199 se encuentra ubicada el yacimiento 4, de acuerdo a las condiciones establecidas según los parámetros de NTP CE. 010, no es viable para su extracción y elaboración de unidades de albañilería, ya que su composición es de material cuaternario aluvial cuya clasificación es de grava limosa según los resultados $SUCS=GM$ y AASTHO A1-a (0), sus propiedades son como se representa en las tablas de análisis tabla 97 anexos, pero no presentan plasticidad el cual no cumplen los parámetros mínimos establecidos por la norma, observamos sus partículas retenidas por los tamices (ver figura 118 anexos).

Tabla 27: Parámetros de evaluación del yacimiento 4

EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS					
PARÁMETROS MÍNIMO REQUERIDO SEGÚN ASSHTO Y SUCS		YACIMIENTO 4	EVALUACIÓN		
GRANULOMETRÍA		A1-a(0)	CUMPLE		
Parámetros mínimos		Sus parámetros			
% Finos	>35%	13%			
Parámetros mínimos		Sus parámetros	NO CUMPLE		
LL	>50%	50.58%			
LP		NP			
IP	>21%	NP			
Resultado del Yacimiento Nro 4			NO CUMPLE		
UBICACIÓN GEOGRÁFICA		N	8212269	E	385199

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a las NTP 339.129/339.134 y 339.135. Los parámetros uso (Chimbo, 2017).

Según los análisis de muestras el yacimiento 4 no es favorable, ya que no cumplen los parámetros mínimos cuáles son %Finos >35%, LL>50% y IP>21%, como se observa en la figura 37, no presenta límite plástico, por lo cual el índice de plasticidad es nulo, por ende, no es apto para su explotación para elaborar las unidades de albañilería.

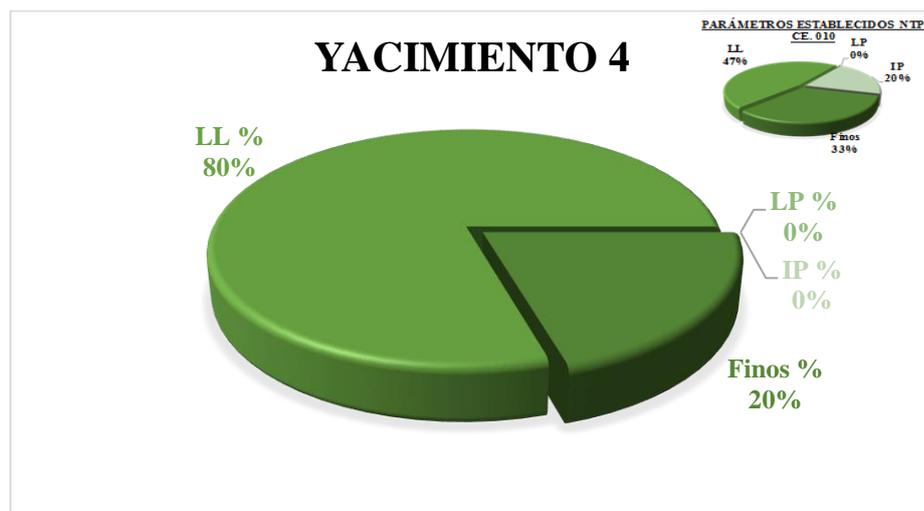


Figura 37: Porcentaje estadístico de yacimiento 4.

Fuente: Elaboración Propia figura adaptada a la tabla 27.

- Se realizan análisis estadístico de los cuatro yacimientos no metálicos con los parámetros permitidos según la NTP CE. 010 de cimentación y pavimentos, Ya que a mayor plasticidad mayor resistencia con el aditivo agregado como se observa en el siguiente cuadro comparativo (ver tabla 28).

Tabla 28: Análisis estadístico de los yacimientos.

	Finos %	LL %	LP %	IP %
NTP Parámetros				
Permitidos	35%	50%	0%	21%
Yacimiento 1	41%	20.41%	18.46%	1.95%
Yacimiento 2	33%	27.24%	23.51%	3.73%
Yacimiento 3	50%	51.16%	16.98%	34.18%
Yacimiento 4	13%	50.58%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia con referencia de NTP CE.010

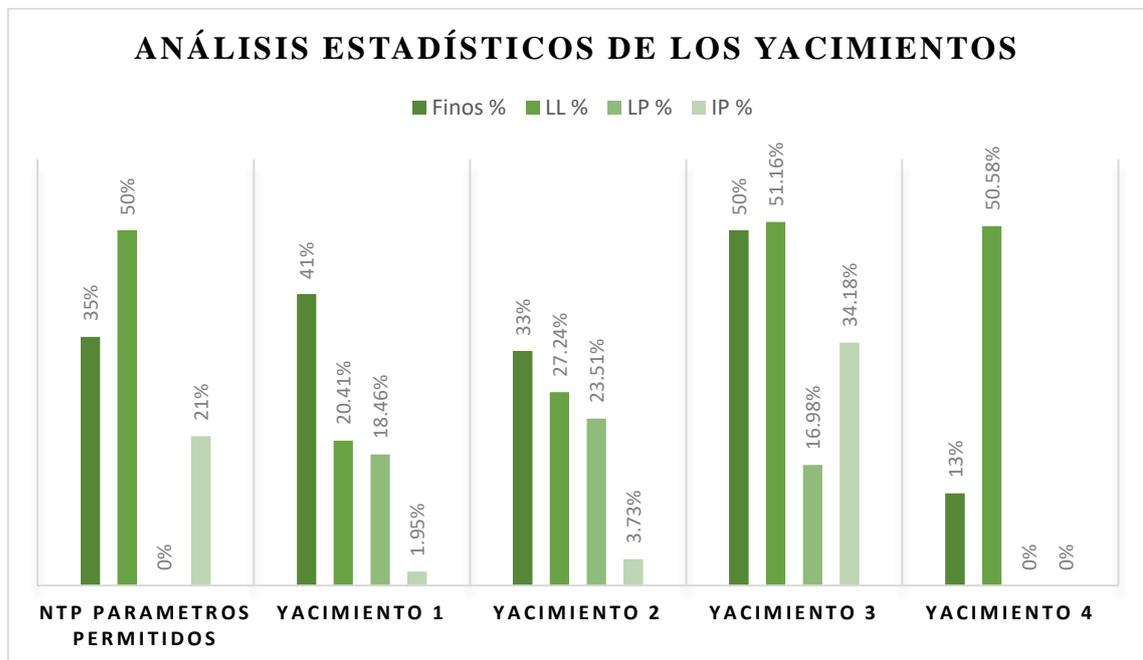


Figura 38: Análisis estadísticos de NTP y los yacimientos.



Fuente: Elaboración propia con referencia de NTP CE.010. Se han encontrado otros yacimientos fuera de Puno cuyas características se encuentran son favorables (ver figura 119 hasta figura 123).

De acuerdo a los resultados obtenido de laboratorio se encontró el yacimiento con mayor contenido plástico, para determinar el área del yacimiento 3 se concluye en el estudio de la extracción de nuevas calicatas, donde el resultado dio a la descripción siguiente (ver tabla 29), lo requerido es el conocimiento interno del sub suelo y verificar las composiciones acuerdo a su granulometría, se describe a sus propiedades físicas y mecánicas del suelo según el laboratorio geotecnia, igualmente dichos resultados se dan a conocer en la tabla 57 (anexos). Una vez conocido los restados del terreno, se busca la cantera con fácil acceso para la extracción de la materia prima para su continua elaboración de unidades de albañilería ecológica. La cantera seleccionada es CPV-12 tanto como sus resultados y la ubicación con acceso directo, cuyos límites de plasticidad dieron los siguientes resultados LL del 51,16% e IP de 34.18 %, obteniendo un fino del 50.08% siendo una clasificación de arcilla alta plasticidad arenosa.

Tabla 29: Características tomada en laboratorio.

RESULTADOS OBTENIDOS													
LABORATORIO													
CALICATAS	UBICACIÓN.		Este	Norte	LL %	IP %	% de Finos.	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS	Descripción	N° Tablas en Anexos Granulometría	N° Tablas en Anexos en IP	N° Fig. en Anexos
	Este	Norte											
Calicata CPV-1	391233	8220510	391481	8220486	53.80%	34.47%	27.09%	A-2-4(0)	SM	Arena Limosa	tabla 43	tabla 43	figura 58
Calicata CPV-2	391481	8220486	391942	8220109	53.46%	22.46%	59.50%	A-7-5(12)	MH	Limo alta plasticidad arenoso	tabla 44	tabla 44	figura 59
Calicata CPV-3	391942	8220109	392237	8220135	42.59%	NP	24.47%	A-1-b(0)	GC	Grava arcillosa	tabla 45	tabla 45	figura 60
Calicata CPV-4	392237	8220135	392799	8220539	56.93%	21.52%	66.88%	A-7-5(10)	MH	Limo alta plasticidad arenoso	tabla 46	tabla 46	figura 61
Calicata CPV-5	392799	8220539	392942	8220276	52.16%	24.22%	64.97%	A-7-6(15)	CH	Arcilla alta plasticidad arenoso	tabla 47	tabla 47	figura 62
Calicata CPV-6	392942	8220276	393395	8219794	53.63%	29.23%	10.05%	A1-a(0)	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla	tabla 48	tabla 48	figura 63
Calicata CPV-6-2	393395	8219794	393589	8220059	51.48%	27.34%	46.03%	A-7-6(8)	SC	Arena arcillosa	tabla 49	tabla 49	figura 64
Calicata CPV-7	393589	8220059	393888	8219818	27.17%	4.20%	47.19%	A-4(0)	SM	Arena limosa	tabla 50	tabla 50	figura 65
Calicata CPV-8	393888	8219818	394324	8219926	34.19%	6.23%	75.47%	A-4(5)	ML	Limo baja plasticidad arenoso	tabla 51	tabla 51	figura 66
Calicata CPV-9	394324	8219926	394512	8219469	52.07%	28.95%	41.36%	A-4(0)	SC	Arena arcillosa	tabla 52	tabla 52	figura 67
Calicata CPV-10	394512	8219469	394497	8219310	54.44%	30.89%	49.17%	A-7-6(11)	SC	Arena arcillosa	tabla 53	tabla 53	figura 68
Calicata CPV-11	394497	8219310	394581	8219459	54.03%	21.75%	75.74%	A-7-5(18)	MH	Limo alta plasticidad con arena	tabla 54	tabla 54	figura 69
Calicata CPV-12	394581	8219459	394486	8219114	51.16%	34.18%	50.08%	A-5(0)	CH	Arcilla alta plasticidad arenosa	tabla 55	tabla 55	figura 70
Calicata CPV-13	394486	8219114			55.18%	21.51%	88.99%	A-7-5(23)	MH	Limo alta plasticidad	tabla 56	tabla 56	figura 71

Fuente: Elaboración Propia de acuerdo a los resultados de laboratorio.



5.1.5. Discusión del diagnóstico de características de los suelos para yacimientos no metálicos

La identificación de yacimientos no metálicos en la ciudad de Puno, se priorizó la información de composición geológica. La investigación propuesta por (Gonzales y López, 2015), permitieron el reconocimiento de rocas o suelos con fines alternos, resaltando la geología económica, determinando lugares y sectores concesionados de acuerdo a los eventos producidos por la actividad volcánica, geodinámica interna-externa, entre otros. La información superficial fue una pieza clave para ubicar posibles yacimientos no metálicos, en su defecto dicho proyecto no resalto las características y el tipo de ocurrencia que presenta un yacimiento no metálico, pero las fases de rocas fueron fundamentales para la información y avance de la investigación. De esta manera no se logró identificar las caracterizaciones superficiales de los geo-materiales, ya que dicha investigación se basó en resultados de INGEMMET, investigación de tesis, pero no en el resultado obtenido bajo la exploración, pág. 33. Puesto que los eventos producidos en las zonas varían su clasificación de acuerdo al estudio local, y procesos tectónicos, composición de arcillas y puzolana.

De acuerdo a las facies sedimentarias de (Alván et al., 2020). Solo prioriza las rocas de acuerdo a la disposición del sedimento y edad cronológicamente, más no especifica que tipos de formaciones existen de acuerdo a su composición un tipo en particular de granulometría, cemento, diámetro de clastos, entre otros detalles físicos, solo especifica la composición química, el cual debería contener más información, ya que es una exploración bajo perforaciones y logueo, también no existe un mapeo de acuerdo a su estudio geológico.

Para la exploración de materiales finos indica los siguientes estudios físicos – mecánicos tales como su humedad, análisis granulométrico, LL, LP e IP, Proctor



modificado. CBR, abrasión de ángeles y contenido de sales solubles totales, (Lozada, 2018). Según norma del MTC- el cual para la investigación es muchos ensayos requeridos, ya que la compactación que se demanda no contiene una cantidad de energía utilizada o una nivelación insitu, sino que únicamente es para la extracción de material prima, pero dicha investigación, no cumplen las especificaciones indicadas según el manual de MTC carreteras, puesto que su índice de plasticidad es menor a 8.27%.

(Carrasco y Tinoco, 2018). Indica que, de acuerdo a los análisis en laboratorio, si la muestra está dentro del rango mayor a 35% de finos y límite líquido mayores a 50%, el índice plástico esta por el 21%, el resultado sería un suelo con homogeneidad y mejor compactación. El cual se trabajó para la clasificación de yacimientos no metálicos favorables.

5.2. ANÁLISIS DE DOSIFICACIONES PARA UNA ÓPTIMA ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS

Luego se realiza las dosificaciones y toma de pesos para un control exacto del porcentaje de suelo- cemento- agua, donde también se estipula el tiempo de curado y secado, para comprender las unidades de albañilería en el enfoque estructural.

5.2.1. Preparación y elaboración de ladrillos ecológicos

5.2.2. Prueba Grupo 1

- Las unidades se solidificaron correctamente, sin tener alguno problema, o fractura después de su compactación.
- De acuerdo a su porcentaje suelo-cemento, su realización y transporte a un lugar cerrado para posterior secado, no presenta ninguna dificultad.
- De esta manera todos los grupos tendrán sus sub grupo de 3, en este caso la variante será el tiempo de secado, cuál es 7-21-28 días de curado con el agua.

Tabla 30: Peso de dosificación mezcla para la unidad Grupo 1.

Grupo 1				
Unidades	Malla Zaranda	Suelo(gr)	Cemento(gr)	Agua (ml)
30	N°=14	33123.75	8167.5	4083.75
	Porcentaje	73%	18%	9%

Fuente: Elaboración Propia adaptada de Carrasco & Tinoco, (2018).

5.2.3. Prueba Grupo 2

- Las unidades no presento ninguna complicación en solidificarse, tampoco mostró alguna fractura.
- Su transporte se dio a un medio ambiente cerrado por 24 horas, por grupos de acuerdo a su dosificación suelo-cemento-agua.
- De igual forma se hace con los otros restantes de acuerdo a su variable de tiempo 7-21-28 días.

Tabla 31: Peso de dosificación mezcla para la unidad Grupo 2.

Grupo 2				
Unidades	Malla Zaranda	Suelo(gr)	Cemento(gr)	Agua (ml)
30	N°=14	34485	6806.25	4083.75
	Porcentaje	76%	15%	9%

Fuente: Elaboración Propia adaptada de Carrasco & Tinoco, (2018).

5.2.4. Prueba Grupo 3

- Se tuvo más cuidado, ya que aquí varía el porcentaje de cemento, pero ninguna dificultad en solidificarse por la compactación.

- No se presentaron grietas o fracturas, su traslado es de la misma forma, en un ambiente cerrado para su curado de la misma variante 7-21-28 días.
- Este grupo es el de menor porcentaje de cemento, de acuerdo a su dosificación.

Tabla 32: Resultado de elaboración de la unidad Grupo 3

Grupo 3				
Unidades	Malla Zaranda	Suelo(gr)	Cemento(gr)	Agua (ml)
30	N°=14	35846.25	5445	4083.75
	Porcentaje	79%	12%	9%

Fuente: Elaboración Propia adaptada de Carrasco & Tinoco, (2018).

Tabla 33: Elaboración de unidades de albañilería ecológica para control de calidad.

Unidades de Albañilería Ecológicas Grupo 1					
Suelo(gr)	Cemento(gr)	Agua(ml)	Medidas(cm)	Días	Cantidad
3312.375	816.75	408.375	25x12.5x10	7	10
3312.375	816.75	408.375	25x12.5x10	21	10
3312.375	816.75	408.375	25x12.5x10	28	10
Unidades de Albañilería Ecológicas Grupo 2					
Suelo(gr)	Cemento(gr)	Agua(ml)	Medidas(cm)	Días	Cantidad
3448.5	680.625	408.375	25x12.5x10	7	10
3448.5	680.625	408.375	25x12.5x10	21	10
3448.5	680.625	408.375	25x12.5x10	28	10
Unidades de Albañilería Ecológicas Grupo 3					
Suelo(gr)	Cemento(gr)	Agua(ml)	Medidas(cm)	Días	Cantidad
3584.625	544.5	408.375	25x12.5x10	7	10
3584.625	544.5	408.375	25x12.5x10	21	10
3584.625	544.5	408.375	25x12.5x10	28	10



Fuente: Elaboración Propia adaptada de Carrasco & Tinoco, (2018).

5.2.5. Discusión de dosificaciones para una óptima elaboración de las unidades de albañilería

En la ciudad de Puno existen 100 ladrilleras artesanales en la actualidad y hace 5 años solo se encontraban 31 ladrilleras a nivel departamental, (Gutiérrez, 2014), como se ha visto existe una alta demanda para la construcción de viviendas, pero la manera de su producción genera una problemática ambiental por las emisiones de gases tóxicos en el proceso de cocción.

Sin embargo, (Chimbo. 2017), obtuvo una razón fundamental para llevar de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas, pero la utilización de puzolana implica materia terrosa sin contenido plástico, donde ya hay una contradicción entre el proceso de selección de suelo de acuerdo a su granulometría y Límites de Atterberg.

(Carrasco y Tinoco, 2018) cuál utiliza la proporcionalidad de 10,15 y 20 % cemento, con un 300 ml de agua y optimizar la materia prima de las arenas -arcillas, el costo adicional de esta investigación es elevada ya que, el porcentaje de cemento es alto para un costeo por millar.

Basándonos en todas estas investigaciones se optó por hacer tres grupos de dosificaciones en distintos porcentajes, para la evaluación de resistencia y características físicas a través del curado, para poder obtener un resultado final, con un costo económico al alcance de los pobladores.



5.3. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS QUE PRESENTAN LAS DIFERENTES DOSIFICACIONES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICOS

5.3.1. Ensayos de Variación Dimensional

En las unidades de albañilería ecológicas no presenta mucha variación dimensional, por lo cual el espesor de las juntas no ocasionara ninguna alteración, observemos en los resultados de laboratorio que se encuentran anexadas tablas 34, según la NTP E070 porque el mínimo requerido de 10 mm.

5.3.2. Ensayos de Alabeo

De acuerdo a los ensayos las unidades ecológicas su altura de las hiladas no manifiestan muchas variaciones, de acuerdo a la Norma NTP 339.613. Como observamos en la siguiente tabla 35, de acuerdo a todas las unidades analizadas en laboratorio.

Tabla 34: Promedio del ensayo de variación dimensional.

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL											
Grupos	Porcentajes	Suelo			Cemento			Agua			
		ancho	Resultado %	Longitud	Resultado	Longitud	Resultado	Altura	Resultados	Altura	Resultados
		73%-76%-79%			18%-15%-12%			9%			Días
	Promedio										
	Dimna. Tabla 58	A=	98.8	L=	99.3	H=	100				7
Grupo 1	Dimna. Tabla 62	A=	99.3	L=	99.5	H=	100.5				21
	Dimna. Tabla 66	A=	99.3	L=	99.3	H=	100.4				28
	Dimna. Tabla 70	A=	99	L=	99.4	H=	99.6				7
Grupo 2	Dimna. Tabla 74	A=	99.3	L=	99.5	H=	100				21
	Dimna. Tabla 78	A=	99.3	L=	99.5	H=	99.6				28
	Dimna. Tabla 82	A=	99.1	L=	99.4	H=	99.8				7
Grupo 4	Dimna. Tabla 86	A=	99.3	L=	99.6	H=	99.8				21
	Dimna. Tabla 90	A=	99.4	L=	99.6	H=	99.7				28
	Promedios	A=	99.2	L=	99.4	H=	99.3				

Fuente: Elaboración propia según la exigencia de NTP E 070 de edificaciones.

Tabla 35: Promedio del ensayo de alabeo.

ENSAYO DE ALABEO							
Grupos	Espécimen		Promedio		Días	N° Tablas anexos	
Grupo 1	Cara 1	Cóncavo	0.50	Convexo	-	7	Tabla 59
	Cara 2	Cóncavo	0.39	Convexo	0.75		
	Borde 1	Cóncavo	0.25	Convexo	-		
	Borde 2	Cóncavo	0.41	Convexo	-		
	Cara 1	Cóncavo	0.41	Convexo	0.375	21	Tabla 63
	Cara 2	Cóncavo	0.33	Convexo	-		
	Borde 1	Cóncavo	0.58	Convexo	0.5		
	Borde 2	Cóncavo	0.50	Convexo	-		
	Cara 1	Cóncavo	0.46	Convexo	-	28	Tabla 67
	Cara 2	Cóncavo	0.40	Convexo	0.92		
	Borde 1	Cóncavo	0.48	Convexo	-		
	Borde 2	Cóncavo	0.44	Convexo	0.25		
Grupo 2	Cara 1	Cóncavo	0.50	Convexo	-	7	Tabla 71
	Cara 2	Cóncavo	0.57	Convexo	0.50		
	Borde 1	Cóncavo	0.35	Convexo	-		
	Borde 2	Cóncavo	0.50	Convexo	-		
	Cara 1	Cóncavo	0.50	Convexo	0.375	21	Tabla 75
	Cara 2	Cóncavo	0.38	Convexo	-		
	Borde 1	Cóncavo	0.50	Convexo	0.50		
	Borde 2	Cóncavo	0.50	Convexo	-		
	Cara 1	Cóncavo	0.66	Convexo	-	28	Tabla 79
	Cara 2	Cóncavo	0.54	Convexo	0.75		
	Borde 1	Cóncavo	0.75	Convexo	-		
	Borde 2	Cóncavo	0.65	Convexo	0.25		
Grupo 3	Cara 1	Cóncavo	0.43	Convexo	-	7	Tabla 83
	Cara 2	Cóncavo	0.46	Convexo	1		
	Borde 1	Cóncavo	0.35	Convexo	-		
	Borde 2	Cóncavo	0.38	Convexo	-		
	Cara 1	Cóncavo	0.47	Convexo	0.50	21	Tabla 87
	Cara 2	Cóncavo	0.40	Convexo	-		
	Borde 1	Cóncavo	0.45	Convexo	0.75		
	Borde 2	Cóncavo	0.36	Convexo	-		
	Cara 1	Cóncavo	0.81	Convexo	-	28	Tabla 91
	Cara 2	Cóncavo	0.70	Convexo	0.92		
	Borde 1	Cóncavo	0.56	Convexo	-		
	Borde 2	Cóncavo	0.45	Convexo	0.625		

Fuente: Elaboración propia según las exigencias NTP 339.616-339.604. La adhesión no puede ser por encima de (9-12 mm)

5.3.3. Ensayos de absorción

- Dado los ensayos ninguna de las unidades de albañilería ecológicas presento una absorción mayor a 22% como se obversa en los resultados tabla 61-65-69 anexos.
- Los resultados de 5 horas y 24 horas no presentaron ninguna anomalidad en las dosificaciones especificadas del grupo 1 como se observa en tabla 36.

Tabla 36: Promedio del ensayo de absorción G-1.

ENSAYO DE ABSORCIÓN				
GRUPO 1				
Porcentajes		Suelo	Cemento	Agua
		73%	18%	9%
Evaluación a los 7 días				
Absorción	Promedio 5h	13%	Promedio 24 h	13.90%
Evaluación a los 21 días				
Absorción	Promedio 5h	14.30%	Promedio 24 h	14.80%
Evaluación a los 28 días				
Absorción	Promedio 5h	15.20%	Promedio 24 h	15.50%

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a la exigencia NTP 399.604-399.613.

- Los resultados de 5 horas y 24 horas sin presencia de anomalidad en las dosificaciones especificadas del grupo 2 como se observa en tabla 37.

Tabla 37: Promedio del ensayo de absorción G-2.

ENSAYO DE ABSORCIÓN				
GRUPO 2				
Porcentajes		Suelo	Cemento	Agua
		76%	15%	9%
Evaluación a los 7 días				
Absorción	Promedio 5h	14.00%	Promedio 24 h	14.40%
Evaluación a los 21 días				
Absorción	Promedio 5h	14.30%	Promedio 24 h	14.90%
Evaluación a los 28 días				
Absorción	Promedio 5h	15.30%	Promedio 24 h	15.60%

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a la exigencia NTP 399.604-399.613.

- Los resultados en 5 horas y 24 horas no existen anomalía en las dosificaciones especificadas del grupo 3, como se observa en tabla 38.

Tabla 38: Promedio del ensayo de absorción G-3

ENSAYO DE ABSORCIÓN				
GRUPO 3				
Porcentajes		Suelo	Cemento	Agua
		79%	12%	9%
Evaluación a los 7 días				
Absorción	Promedio 5h	13.80%	Promedio 24 h	14.00%
Evaluación a los 21 días				
Absorción	Promedio 5h	14.50%	Promedio 24 h	14.80%
Evaluación a los 28 días				
Absorción	Promedio 5h	15.40%	Promedio 24 h	15.80%

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a la exigencia NTP 399.604-399.613.

5.3.4. Ensayos de resistencia a la compresión

- De acuerdo a los resultados según laboratorio el grupo 1, obtuvo la mayor resistencia a la compresión, de la muestra 6 de 28 días de curado, dio la carga

máxima, el cual se obtuvo 19432 (Kgf) con un área 306.2 cm² dando una Resist. Compre. 63.4 Kg/cm².

- Y el grupo 3 fue el de menor resistencia a la compresión como lo observamos en la tabla 39.

Tabla 39: Promedio del ensayo a resistencia a la compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
R.C(fb)- de(σ)	Evaluación a los 7 días	Evaluación a los 21 días	Evaluación a los 28 días	Grupos
Resis. De	20.7 Kg/cm ²	33.5 Kg/cm ²	62.8 Kg/cm ²	Grupo 1
Compre.	19.8 Kg/cm ²	32.6 Kg/cm ²	60.1 Kg/cm ²	Grupo 2
(f'b)	17.7 Kg/cm ²	30.4 Kg/cm ²	58.3 Kg/cm ²	Grupo 3

Fuente; Elaboración propia según la exigencia Normas E070, NTP 339.604,339.613.

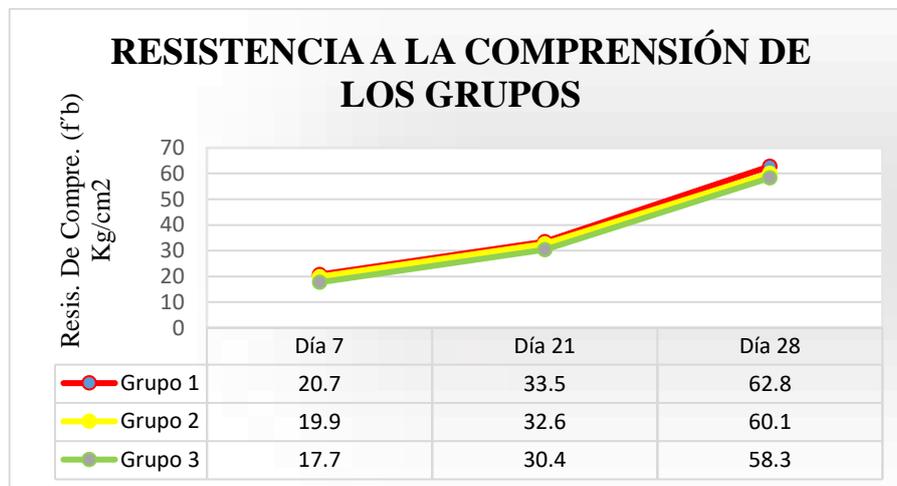


Figura 39: La variación de la resistencia a la compresión de grupos.

Fuentes: Elaboración propia basadas en la tabla 39.



5.3.5. Resultados finales para definición de clase de unidades de albañilería para fines estructurales

- Grupo 1 – 7 días de curado y secado. – La resistencia característica a la compresión dio el promedio de 20.7 Kg/ cm² según la tabla de resultados de laboratorio (ver tabla 60), el cual entra a la clasificación de suelo bloque no portante.
- Grupo 1 – 21 días de curado y secado. –Su resistencia característica la compresión fue de 33.5 kg/ cm² según los resultados tabla 64 anexos, clasificándose como bloque NP.
- Grupo 1 – 28 días curado y secado. – el resultado de su resistencia fue 62.8 kg/ cm² como lo indica el resultado (ver tabla 68) superando la resistencia característica a la compresión de un bloque NP y entrando a un ladrillo tipo I, para fines estructurales aprobados.
- Observaremos los resultados de laboratorio del grupo 1 en diferentes días de secado y curado tabla N°40, de acuerdo a su resistencia esta nos clasifica por clase de unida de albañilería.

Tabla 40: Tabla de resultados para definición de unidad de albañilería Grupo 1.

GRUPO 1										
PORCENTAJES	SUELO	CEMENTO	AGUA	CLASE DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES						
	73%	18%	9%							
Evaluación a los 7 días										
Absorción	Promedio 5h	13.00%		Promedio 24 h	13.90%					
Alabeo	Espécimen	Promedio								
	Cara 1	Cóncavo	0.5	Convexo	-					
	Cara 2	Cóncavo	0.39	Convexo	0.75					
	Borde 1	Cóncavo	0.25	Convexo	-					
	Borde 2	Cóncavo	0.41	Convexo	-					
Dimensionamiento	Ancho	Resultado	Longitud	Resultados	Altura	Resultado				
	A=	98.8	L=	99.3	H=	100				
Resist. De compre.	20.7 kg/cm ²									
Evaluación a los 21 días										
Absorción	Promedio 5h	14.30%		Promedio 24 h	14.80%					
Alabeo	Espécimen	Promedio								
	Cara 1	Cóncavo	0.41	Convexo	0.375					
	Cara 2	Cóncavo	0.33	Convexo	-					
	Borde 1	Cóncavo	0.58	Convexo	0.5					
	Borde 2	Cóncavo	0.5	Convexo	-					
Dimensionamiento	Ancho	Resultado	Longitud	Resultados	Altura	Resultado				
	A=	99.3	L=	99.5	H=	100.5				
Resist. De compre.	33.5 kg/cm ²									
Evaluación a los 28 días										
Absorción	Promedio 5h	15.20%		Promedio 24 h	15.50%					
Alabeo	Espécimen	Promedio								
	Cara 1	Cóncavo	0.46	Convexo	-					
	Cara 2	Cóncavo	0.4	Convexo	0.92					
	Borde 1	Cóncavo	0.48	Convexo	-					
	Borde 2	Cóncavo	0.44	Convexo	0.25					
Dimensionamiento	Ancho	Resultado	Longitud	Resultados	Altura	Resultado				
	A=	99.3	L=	99.3	H=	100.4				
Resist. De compre.	62.8 kg/cm ²									

Fuente: Elaboración propia adaptada a Bartolomé (1994) Norma E-070.

- Grupo 2 – 7 días de curado y secado. – Según la tabla 72 anexos, es de 19.8 kg/ cm² el cual no ingresa a una clasificación de ladrillo.
- Grupo 2 – 21 días de curado y secado. – El restado es de 32.6 kg/ cm² según la tabla 76 anexos, entrando a una clasificación de bloque NP según la NTP 070E.

- Grupo 2 – 28 días de curado y secado. - Se obtuvo 60.1 kg/ cm² según los ensayos de laboratorio en tabla 80 anexos, esta se clasifica como un ladrillo tipo 1, como observamos en la tabla 41.

Tabla 41: Tabla de resultados para definición de unidad de albañilería Grupo 2.

GRUPO 2												
PORCENTAJES	SUELO		CEMENTO		AGUA		CLASE DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
	76%		15%		9%							
Evaluación a los 7 días												
Absorción	Promedio 5h	14.00%		Promedio 24 h	14.40%		CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)	ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta		
Alabeo	Espécimen	Promedio				Hasta 100 mm					Hasta 150 mm	Más de 150 mm
	Cara 1	Cóncavo	0.5	Convexo	-							
	Cara 2	Cóncavo	0.57	Convexo	0.5							
	Borde 1	Cóncavo	0.35	Convexo	-							
	Borde 2	Cóncavo	0.5	Convexo	-							
Dimensionamiento	Ancho	Resultado	Longitud	Resultados	Altura	Resultado	Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	8	6,9 (70)
	A=	99	L=	99.4	H=	99.6	Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	6	9,3 (95)
Resist. De compre.	19.8 kg/cm ²						Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	4	12,7 (130)
							Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	2	17,6 (180)
						Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	4	4,9 (50)	
						Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	8	2,0 (20)	
						Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4			
Evaluación a los 21 días												
Absorción	Promedio 5h	14.30%		Promedio 24 h	14.90%		CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)	ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta		
Alabeo	Espécimen	Promedio				Hasta 100 mm					Hasta 150 mm	Más de 150 mm
	Cara 1	Cóncavo	0.5	Convexo	0.375							
	Cara 2	Cóncavo	0.38	Convexo	-							
	Borde 1	Cóncavo	0.5	Convexo	0.5							
	Borde 2	Cóncavo	0.5	Convexo	-							
Dimensionamiento	Ancho	Resultado	Longitud	Resultados	Altura	Resultado	Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
	A=	99.3	L=	99.5	H=	100	Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Resist. De compre.	32.6 kg/cm ²						Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
							Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
						Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)	
						Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)	
Evaluación a los 28 días												
Absorción	Promedio 5h	15.30%		Promedio 24 h	15.60%		CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)	ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta		
Alabeo	Espécimen	Promedio				Hasta 100 mm					Hasta 150 mm	Más de 150 mm
	Cara 1	Cóncavo	0.66	Convexo	-							
	Cara 2	Cóncavo	0.54	Convexo	0.75							
	Borde 1	Cóncavo	0.75	Convexo	-							
	Borde 2	Cóncavo	0.65	Convexo	0.25							
Dimensionamiento	Ancho	Resultado	Longitud	Resultados	Altura	Resultado	Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
	A=	99.3	L=	99.5	H=	99.6	Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Resist. De compre.	60.1 kg/cm ²						Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
							Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
						Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)	
						Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)	

Fuente: Elaboración propia adaptada a Bartolomé (1994) Norma E-070.

- Grupo 3 – 7 días de curado y secado. – Según la tabla 84 anexos, el resultado es de 17.7 kg/ cm² no ingresa a ninguna clasificación.

- Grupo 3 – 21 días de curado y secado. – Mediante el resultado de tabla 88 anexos es de 30.4kg/ cm², ingresando al bloque NP.
- Grupo 3 – 28 días de curado y secado. – La tabla 92 anexos nos indica el resultado de 58.3kg/ cm², también está en la unidad de ladrillo tipo I.
- La siguiente Tabla 42 nos indica el resultado de los análisis laboratorio.

Tabla 42: Tabla de resultados para definición de unidad de albañilería Grupo 3.

GRUPO 3												
PORCENTAJES	SUELO		CEMENTO		AGUA		CLASE DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
	79%		12%		9%							
Evaluación a los 7 días												
Absorción	Promedio 5h	13.80%		Promedio 24 h	14.00%		CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)	ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_c mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta		
Alabeo	Espécimen	Promedio				Hasta 100 mm					Hasta 150 mm	Más de 150 mm
	Cara 1	Cóncavo	0.43	Convexo	-							
	Cara 2	Cóncavo	0.46	Convexo	1							
	Borde 1	Cóncavo	0.35	Convexo	-							
	Borde 2	Cóncavo	0.38	Convexo	-							
Dimensionamiento	Ancho	Resultado	Longitud	Resultados	Altura	Resultado	Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
	A=	99.1	L=	99.4	H=	99.8	Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Resist. De compre.	17.7 kg/cm ²						Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
							Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
							Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
							Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
							Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)
Evaluación a los 21 días												
Absorción	Promedio 5h	14.50%		Promedio 24 h	14.80%		CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)	ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_c mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta		
Alabeo	Espécimen	Promedio				Hasta 100 mm					Hasta 150 mm	Más de 150 mm
	Cara 1	Cóncavo	0.47	Convexo	0.5							
	Cara 2	Cóncavo	0.4	Convexo	-							
	Borde 1	Cóncavo	0.45	Convexo	0.75							
	Borde 2	Cóncavo	0.36	Convexo	-							
Dimensionamiento	Ancho	Resultado	Longitud	Resultados	Altura	Resultado	Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
	A=	99.3	L=	99.6	H=	99.8	Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Resist. De compre.	30.4 kg/cm ²						Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
							Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
							Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
							Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
							Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)
Evaluación a los 28 días												
Absorción	Promedio 5h	15.40%		Promedio 24 h	15.80%		CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)	ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_c mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta		
Alabeo	Espécimen	Promedio				Hasta 100 mm					Hasta 150 mm	Más de 150 mm
	Cara 1	Cóncavo	0.81	Convexo	-							
	Cara 2	Cóncavo	0.7	Convexo	0.92							
	Borde 1	Cóncavo	0.56	Convexo	-							
	Borde 2	Cóncavo	0.45	Convexo	0.625							
Dimensionamiento	Ancho	Resultado	Longitud	Resultados	Altura	Resultado	Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
	A=	99.4	L=	99.6	H=	99.7	Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Resist. De compre.	58.3 kg/cm ²						Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
							Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
							Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
							Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
							Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Fuente: Elaboración propia adaptada a Bartolomé (1994) Norma E-070.



5.3.6. Discusión de características físico - mecánicas que presentan las diferentes dosificaciones de las unidades de albañilería ecológicas

De acuerdo este tipo de material solo pueden ser construibles hasta dos pisos según Cotrina, E. (2018). Pero muchas investigaciones no presentan sus características físico-mecánicas descritas en la Norma 399.603 y 399.613 de la NTP E070 como lo estipula, solo se hace una evaluación del suelo y cemento con otras dimensiones fuera de la unidad prensada, se desconocen los datos reales de laboratorio de acuerdo a sus dimensiones (Carrasco y Tinoco, 2018) hay mucha desinformación, por otro lado, (Echeverría, 2017) tienen un proyecto muy minucioso y detallado, las características de las unidades PET salieron óptimos para la resistencia a la compresión.

De acuerdo a las dosificaciones y parámetros de secados en días (Valda, 2019) esta busca reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente, dando un óptimo resultado a los 7 y 28 días en dosificaciones distintas, pero no indica ningún parámetro de plasticidad o granulometría del material utilizado. Sin embargo, de acuerdo a esta investigación se obtuvo un óptimo resultado a los 28 días en distintas dosificaciones suelo – cemento, cuyos resultados son; grupo 1 con una resist. de compre. 62.8 kg/ cm^2 , grupo 2 resist. de compre. 60.1 kg/ cm^2 y grupo 3 resist. de compre. 58.3 kg/ cm^2 .



VI. CONCLUSIONES

1) Respecto a las características que presenta un yacimiento no metálico, podemos indicar que a mayor contenido de plasticidad mayor resistencia al aditivo. De acuerdo a los afloramientos geológicos de la ciudad de Puno, existen diversos yacimientos no metálicos, de los cuales se consideró los yacimientos de contenido arcilloso; el yacimiento 1 y 2 se clasifican dentro de arenas limosas, el yacimiento 4 su clasificación es grava limosa siendo no aptas por sus bajos parámetros ya que su índice de plasticidad es mínimo o no presenta. Sin embargo, el yacimiento 3 es apta por su contenido finos e índice de plasticidad, está ubicada en el sector Ayuncora- Viluyo. Consecuentemente se sub clasifican en las siguientes canteras o calicatas obtenida; a esto su clasificación de suelo de la cantera 1 con coordenadas UTM (391233-8220510) con una descripción arena limosa y una Clasificación SUCS SM y AASHTO= A-2-4(0), de la cantera 2 con coordenadas UTM (391233-8220510) con una descripción de limo de alta plasticidad arenoso su clasificación es (SUCS=MH) y AASHTO=A-7-5(12), finalmente una cantera 03 con coordenadas UTM (391942-8220109) con una descripción de grava arcillosa y clasificación SUCS=GC y AASHTO=A1-b(0), considerando que la cantera más adecuada por la plasticidad requerida y la que cumple es la cantera Nro. 12 y la extracción fue en las coordenadas UTM(394581-8219459) con descripción de arcilla alta plasticidad arenosa y clasificación SUCS=CH y AASHTO=A-5(0). Sacando la conclusión directa de las siguientes canteras de acuerdo a sus calicatas aptas para su elaboración de unidades de albañilerías ecológicas son; CPV (2-4-5-11-12-13), algunas que presentan moderadamente aptas se encuentran silicificadas son: CPV (1-6-6.2-9-10), y los que contienen baja plasticidad o no presentan son; CPV (3-7-8).

2) Según las características que presentan los suelos y a la selección de la cantera 12 se elaboraron grupos de dosificación que son detallados de la siguiente Manera; grupo 1



con una dosificación de suelo 73%, cemento 18% y agua 9%.; Grupo 2 con una dosificación de suelo 76%, cemento 15% y agua 9; grupo 3 con una dosificación de 79% suelo, 12% cemento y 9% agua. Por lo que su comportamiento permitió una trabajabilidad idónea para la elaboración de las unidades de Albañilería, se estipula que a mayor dosificación de cemento no presenta dificultad en la manipulación de la unidad.

3) Los resultados obtenidos respecto a las características física- mecánicas que se obtiene del Grupo N° 1 a una edad de 7 días una resistencia de 20.7 kg/ cm², a los 21 días una resistencia de 35.5 kg/ cm² y a los 28 días kg/ cm²; del Grupo N°2 a una edad de 7 días una resistencia de 19.8 kg/ cm², a los 21 días una resistencia de 32.6 kg/ cm² y a los 28 días 60.1 kg/ cm²; y finalmente del Grupo N° 3 a una edad de 7 días una resistencia de 17.7 kg/ cm², a los 21 días una resistencia de 30.4 kg/ cm² y a los 28 días 58.3 kg/ cm²; Por lo que de acuerdo a los requerimientos mínimos según lo estipulado en la Norma Técnica Peruana (NTP 339.613). El grupo y la dosificación adecuada para la elaboración de nuestras unidades de albañilería es el GRUPO N° 01.



VI. RECOMENDACIONES

- Promover la difusión de información concerniente a las características de los yacimientos no metálicos, en la ciudad de Puno.
- Promover a las instituciones privadas a que pueden invertir en estudios en el desarrollo de investigaciones de los yacimientos no metálicos en la ciudad de Puno y estos sean utilizados para posteriores trabajos de investigación.
- Generar charlas de concientización ambiental y de márketing sobre materiales de construcción ecológicos a instituciones públicas y privada. Por lo que se recomienda crear una ficha de recolección de datos netamente para tipos de yacimientos no metálicos.
- Que se pueda seguir proponiendo nuevas dosificaciones en función de Suelo-Cemento y con diferentes yacimientos no metálicos para poder realizar una clasificación de unidades de albañilerías para diferentes usos (Estructural-Arquitectónico).



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alván, A., Bustamante, Y., Sanchez, E., & Mamani, M. (2020). "Arquitectura Estratigráfica, Paleogeografía y Proveniencia Sedimentaria de las Rocas Cenozoicas del Sur de Perú". Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Servicio Nacional de Geología y Minería. Tacna: SERNAGEOMIN.
- Angelone, S., & Garibay, T. (2014). Tipos de Suelos: Características Tacto Visuales. Geología y Geotecnia 4° Edición.
- Arango, Vélez Antonio. Manual de laboratorio de mecánica de suelos. Editorial. Universidad Nacional de Colombia.
- Balvin, R., Barrios, K., & Canchari, J. (2019). "Fabricación De Ladrillos Ecológicos Para La Construcción Utilizando Poliestireno Expandido Granular Biowall". Universidad San Ignacio De Loyola, Facultad De Ingeniería Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial.
- Bartolomé, A. S. (1994). Construcciones de albañilería. Lima: Pontificia universidad católica del Perú. Absorción
- Berlingieri, R. (2017). "Caracterización De Bloques Suelo Cemento Como Mampuesto". Universidad Nacional De Córdoba. Facultad De Ciencias Exactas Físicas Y Naturales. Colombia.
- Braja M Das, Fundamentos de ingeniería geotécnica [en línea]. 4ta Edición, México, CENGAGE Learning, 2015, Disponible en: https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica
Braja M Das.



- Boeles. Joseph E. Manuel de laboratorio de suelos en ingeniería civil. Editorial. McGraw-Hill. II edición 1981. Pág. 72
- Borselli, L. (2019-2020). "Clasificación Ingenieril de los suelos y de los macizos rocosos". Instituto de Geología. Fac. De Ingeniería, UASLP.
- Carlotto, V. (2002) Evolution andine et raccourcissement au niveau de Cusco (13°-16°S) Perou. Tesis de Doctorado. Université Joseph Fourier. 98p.
- Carlotto, V., Jaillard, E., Carlier, G., Cárdenas, J., Cerpa, L., Flores, T., Latorre, O. & Ibarra, I. (2005). Las cuencas terciarias sin orogénicas en el Altiplano y la Cordillera Occidental del sur del Perú. Soc. Geol. Perú, Lima, Vol. Especial 6, 103-126 p.
- Cámara Latinoamericana de STT. (20 de Octubre de 2017). Evaluación de Yacimiento (video). Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=7RQyr4Lv44I>
- Campos, K., Gomez, F., Montero, M., Pantoja, F., & Pasco, J. (Noviembre 2019). "Diseño del Proceso de Producción de Ladrillos Basados en Trabajo de investigación para el Curso de Proyectos Programa de Ingeniería Industrial y Sistemas", Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería.
- Carrasco, E., & Tinoco, D. (2018). "Elaboración De Ladrillos Ecológicos A Partir De Arena De Sílice Y Arcillas Mixtas Procedentes De La Compañía Minera Sierra Central S.A.C. Chacapalpa/Oroya – Yauli - Junín". Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Facultad de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales.
- Chimbo, V. (2017)." Análisis de la Resistencia a la Comprensión de los ladrillos prensados Interconectables Elaborados de Barro. Cangahua y Puzolana, con



adiciones de Cemento, cumpliendo la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015)". Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica - Carrera de Ingeniería Civil, Ambato - Ecuador.

Choque, G., & Huaman, J. (s.f.). "Adobes Comprimidos Suelo – Cemento Una Alternativa Ecológica". Instituto De La Construcción Y Gerencia -ICG, XVII Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Juliaca.

Chuquimia, L. (2015). Manual de Albañilería para la construcción de Bloques Ecológicos. Bloques Ecológicos L.C., La Paz-Bolivia.

Crespo, Carlos, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, [en línea], 5ta Edición, México, Limusa, 2004 Disponible en: https://www.academia.edu/35912353/Crespo_Villalaz__MEC%C3%81NICA_DE_SUELOS_Y_CIMENTACIONES.PDF ISBN: 9681864891.

De La Sotta, J. (2010). Análisis comparativo entre mortero de junta para albañilería fabricado en obra y mortero premezclado húmedo para albañilería. Tesis para optar el título de Ingeniero Constructor. UA, Región de los Ríos, Valdivia, Chile.

Echeverry, J., & Jaramillo, C. (2017). "Elaboración De (Btc) Bloques De Tierra Comprimida Con Suelos Derivados De Cenizas Volcánicas Y Materiales Alternativos". Universidad Libre Seccional Pereira, Facultad De Ingeniería Departamento De Risaralda - Pereira.

Evernden, J.F.; Kriz, S.J. & Cherroni, C. (1977) – "Potassium argon ages of some Bolivian rocks". Economic Geology, 72 (6): 1042-1061.

Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú.



- Gutierrez, D. (2014). "Contaminación Ambiental por ladrillos Artesanales en el Departamento de Puno". Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez - J., Doctorado en Salud Pública.
- Gonzales & Lopez,(2015). "Desarrollo de Capacidades para el ordenamiento territorial de la Region Puno". Gobierno Regional Puno. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Puno.
- Häberer, H. (2012). "Guía de Manejo Ambiental para Minería No Metálica". Geología Venezolana- Capitulo de Minería.
- Habitissimo. (Agosto de 2018). Morteros: " Tipos, proporciones y usos frecuentes". Recuperado el 20 de 10 de 2021, de <https://proyectos.habitissimo.es/proyecto/morteros-tipos-proporciones-y-usos-frecuentes>
- Huamani, M., & Solis, S. (2020). "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de arcilla maciza adicionadas con diatomita del yacimiento de San Juan de Tarucani, Arequipa 2020". Universidad Continental, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.
- ICG. (2018). "Normas Legales". Instituto de la Construcción y Gerencia. El Peruano.
- Inacap. (s.f.). "Introduccion a la Mecánica de Suelos". Universidad Tecnologica de Chile, Instituto Profesional Centro de Informacion Tecnica, Chile.
- Jenks, W(1948). "Geology of the Arequipa Quadrangle of the Carta Nacional del Perú". Boletín del Instituto Geológico del Perú, N°09.



- Kaneoka, I. & Guevara, C. (1984). "K-Ar age determinations of late Tertiary and Quaternary Andean volcanic rocks". Southern Perú. *Geochemical Journal*, 18(5): 233-239.
- Ladrillos Ecológicos C.A. (2015). "Ladrillos Ecológicos hacerlo tú mismo nunca fue tan fácil". Obtenido de <http://ladrillosecologicos.com/paginas/somos.html>
- Laharie & Derruau (1978), "La morphogenese de los Andes du Sud du Perou". *Rev. Géogr. Alpine*. T. LXIT. Fase. 4. 479-505.
- Lefèvre, C. (1979) "Un exemple de volcanisme de marge active dans les Andes du Pérou (Sud) du Miocène à l'actuel (zonation et pétrogenèse des andésites et shoshonites)". Thèse Docteur, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Académie de Montpellier, 555 p.
- Lopez, J., & Guerrero, C. (2020). "Elaboración De Bloques Ecológicos Implementando Sistemas De Producción Alternativos, Para La Construcción De Viviendas Sostenibles Y Sustentables". Universidad Santo Tomas, Construcción En Arquitectura E Ingeniería Centro De Atención Universitaria De Pasto, Colombia.
- Lozada, E. (2018). "Estudio de Características Físicas y Mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en Carreteras - Provincia de Utcubamba". Universidad Señor de Sipán, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Pimentel.
- Marocco, R. & Del Pino, M. (1966). "Geología del cuadrángulo de Ichuña ". Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín 14, 57 p.
- Medina, D., Vasquez, J., & Zambrano, Y. (2018). "Proyecto de Investigación Aspectos Generales y la Importancia de los Yacimientos no Metálicos en el Perú".



Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Geología, Cajamarca.

Mendivil, S.E. (1964) "Remoción de tierras en el anexo de Anascapa ". Departamento de Moquegua (inédito).

Mendivil, S. (1965). "Geología de los cuadrángulos de Maure y Atajave". (hojas 35-x 35-y) . Comisión Carta Geológica Nacional, 10,99 p.

Milla, E. (22 de Mayo de 2019). *NTP.339.150, ASTM D2488*. Descripción Visual-Manual de suelos, Mecánica de Suelos.

MinMinas. (2021). Explotación de Materiales de Construcción (Canteras y Material de Arrastre). Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia, Ministerio de Energía y Minas, Colombia.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Perú), Manual de Carreteras – Suelos y Pavimentos, RD N° 10-2014-MTC/14 (09.04.2014), Infraestructura vial, Lima 2014. 301 pp.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2011. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.070 Albañilería. Perú.

MTC/14 R.D. N°22. (2013). "Edificaciones Técnicas Generales para Construcción". Manuel de Carreteras. Viceministro de Transportes. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.

Monje, C. (2011). "Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa". Universidad Surcolombiana, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Colombia.



- Mortimer, Farrar & Saric (1974). "Sobre la Evolucion Geomorfológica del gran Acañilado Costero del Norte Grande de Chile". Inst. Geogr. Universidad Católica de Chile.
- Newell, N. (1949). "Geology of the Lake Titicaca region". Peru and Bolivia Geological society of America Memoir v.36.111p.
- NTP (2015). "Unidades de Albañilería. Comité Técnico de Normalización – Reglamentos Técnicos Comerciales". Ladrillos de concretos requisitos 2da Edición. Vigencia 9 años.
- Normas Colombianas de Diseño y Construcción sismo resistente; ley 40 de 1997 y Decreto 33 de 1998; título E, Pág. E11.
- NTP. 339.150, ASTM D 2488 es la descripción visual- manual de los suelos, el procedimiento de la norma practica es denominado "descripción e identificación de suelos (proceso visual-manual)" con limitación de partículas menores de 3" (75mm) Milla, (2019).
- NTP 339.089. Obtención en Laboratorio de Muestras Representativas (CUARTEO). Perú.
- NTP 399.613 Unidades de Albañilería. Métodos y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Perú. (diagrama de elaboración de unidades) Amorós. 2011, p.27 Dimensionamiento.
- Norma técnica Peruana CE. 010. Método de ensayos para análisis granulométrico NTP 339.128, MTC E 107, ASTM D 422.
- Norma técnica Peruana CE. 010. Método de ensayo para determinar el límite líquido, plástico, e índice de plasticidad NTP 339.129, MTC E 110/111, ASTM D 4318.



Norma técnica Peruana CE. 010. Método de clasificación de suelos SUCS NTP 339.134,
ASTM D 2487.

Norma técnica Peruana CE. 010. Método para la clasificación de suelos AASTHO NTP
339.135, ASTM D 3282.

Norma técnica Peruana E-070. Métodos de Muestreo y Ensayo de Unidades de
Albañilería de Concreto -NTP 339.604 – 339613.

Norma técnica Peruana E-070. Mezcla para agregado de una unidad de albañilería que se
trabajable, adhesiva y sin segregación. NTP 339.607 - 339.610

San Bartolomé, A., Quiun, D. & Silva, W. (2011), Diseño y Construcción de Estructuras
Sismorresistentes de Albañilería. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia
Universidad Católica del Perú.

Palacios, O. de la Cruz, J. de la Cruz, N. Klink, B.A. Allison, R.A. Y Hawkins, M.P
(1993) Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al Oeste del Lago Titicaca
– Sur del Perú. Lima; Editorial ALLAMANDA S.R.L, 257 páginas.

Ramírez, R. (1987). CINVA – RAM Máquina para fabricar bloques de suelo - cemento.
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Tecnológicas en la
Erradicación de la Pobreza, Proyecto Regional para la Superación de la Pobreza
R.L.A/86/004.

Ramos, F. (2016). "Geología y Geotecnia del Represamiento Malcomayo - Puno".
Universidad Nacional Del Altiplano, Facultad de Ingeniería Geológica y
Metalúrgica--EPIG, Puno.



- Revista Ciencia y Tecnología. (2017). Unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativas para la construcción sostenible. *Revista Ciencia y Tecnología*, V.13 N.1, 25.
- Rojas, J., & Vidal, R. (2014). "Comportamiento Sismico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados". Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima-Perú.
- Toirac, J. (2008). "El suelo -cemento como Material de Construcción". Instituto Tecnológico de Santa Domingo, Ciencia y Sociedad Republica Dominicana, República Dominicana.
- U., F. B. (2014). Determinación De Metales Pesados En Las Aguas Del Rio Ananea Debido A La Actividad Aurífera, Puno-Perú. *Revista de Investigación. Esc. Posgrado V 5, N°4,2009*.
- Ulloa, A. (2011). Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico. Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales.
- ULPGC. (2021). "Clasificación de suelos". Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Ciencia, Solidaridad y divulgación, entre las acciones de la comunidad Universitaria.
- UNH. (2014). "Técnicas de muestreo en suelos y rocas". Universidad Nacional de Huancavelica, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Huancavelica.



- Valda, R. (2019). “Bloques Prensados De Suelo-Cemento Como Alternativa Ecológica Frente A Los Ladrillos Tradicionales De Arcilla Cocida”. Universidad Del Valle - Bolivia: (Journal)- Art. Científico.
- Vargas, J. (2009). "Evaluación de los Métodos AASHTO y USCS en la Caracterización del suelo del Barrio Mochuelo bajo en la localidad de Ciudad Bolívar". Universidad Minuto de Dios, Facultad de Ingeniería - Programa de Ingeniería Civil.
- Vargas, V. (1970). “Geología del Cuadrángulo de Arequipa”. Ser. Geol. y Min. Bol. N° 24, 64 pág. 3 fig. Lima.
- Wilson, J.J. & García, W. (1962) "Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca". Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín 4, 81 p.



ANEXOS

Anexos Mapas

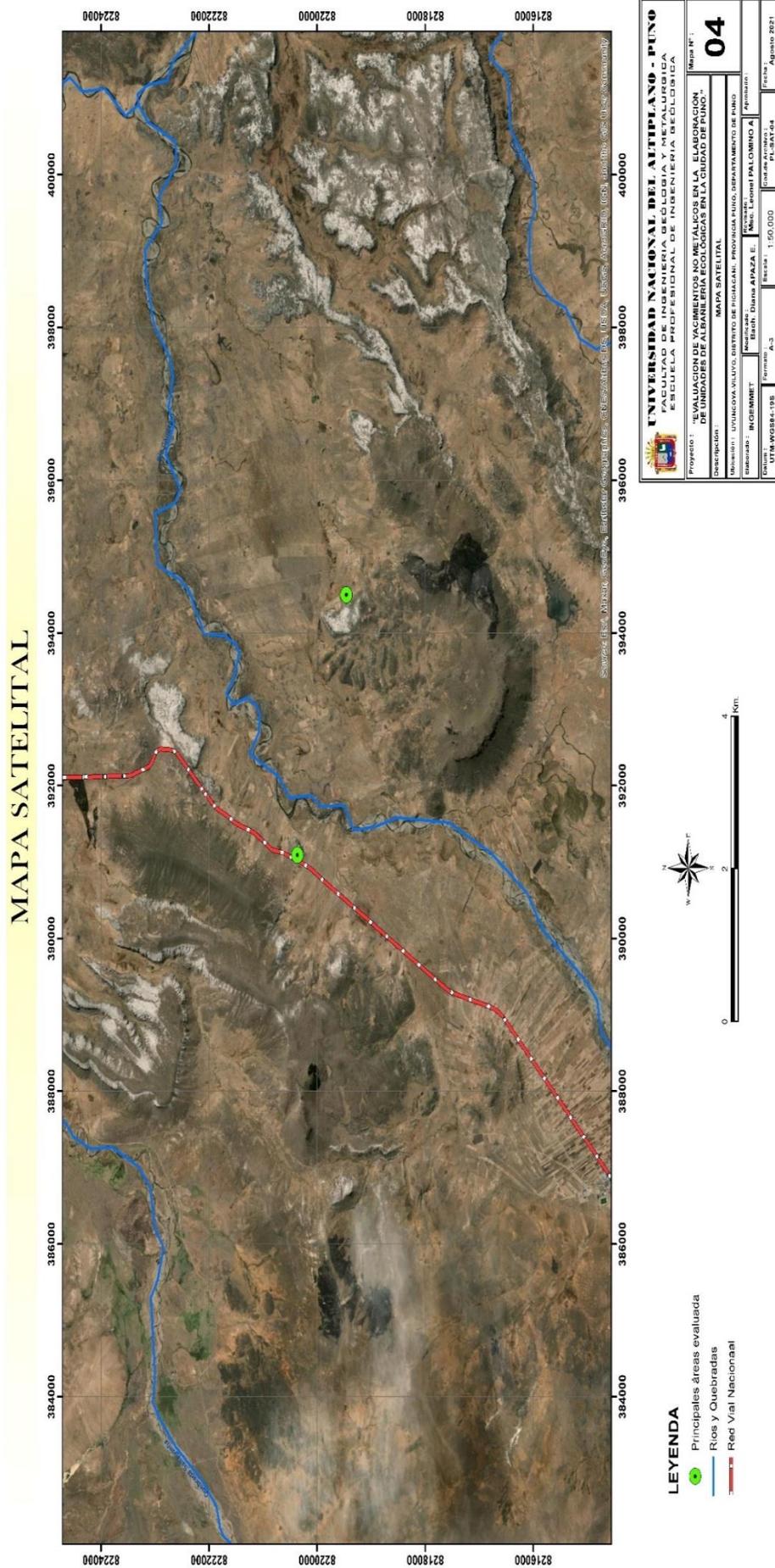


Figura 40: Plano satelital del proyecto (anexos).

MAPA TOPOGRAFICO

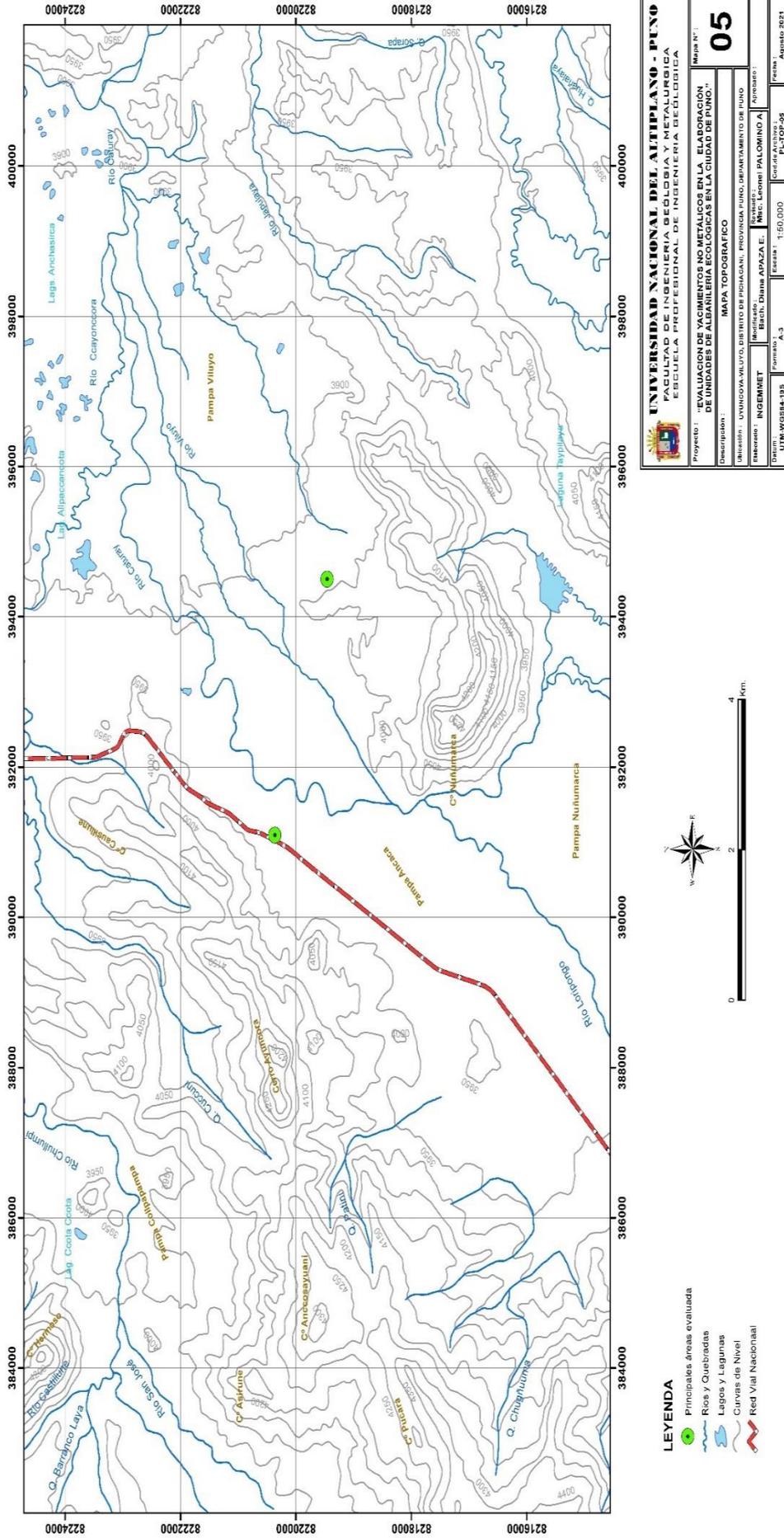
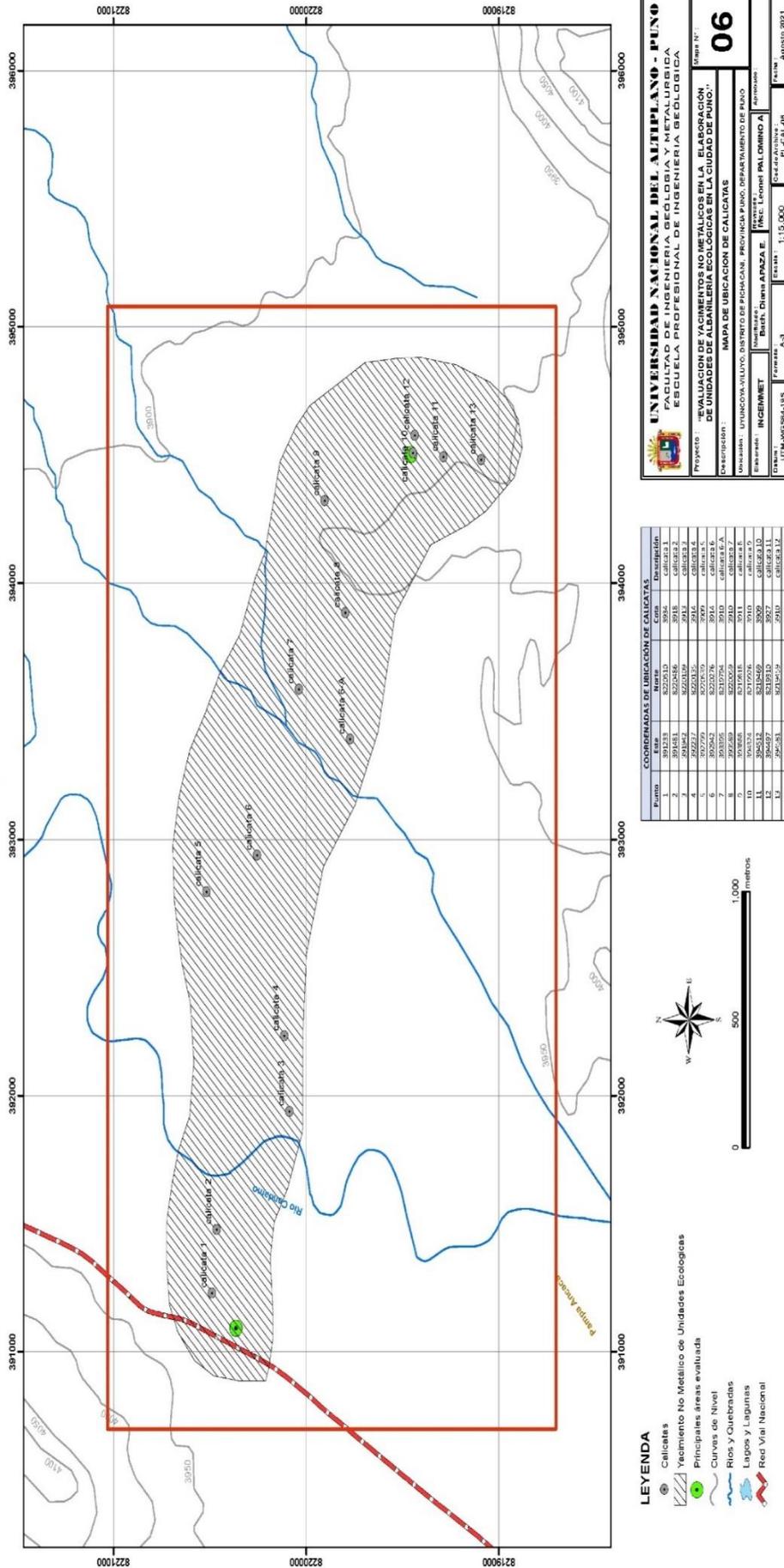


Figura 41: Plano topográfico (anexos).

MAPA DE UBICACION DE CALICATAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
 INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

Proyecto: "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALAMBILLO ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."
 MAPA DE UBICACIÓN DE CALICATAS

Mapa N°: **06**

Elaborado por: **INGENIERO: FRANCISCO LEONARDO PALOMINO A.**
 Revisado por: **INGENIERO: DANIEL EDUARDO ARZEA E.**

Fecha de Emisión: **15/08/2021**
 Fecha de Actualización: **15/08/2021**

Figura 42: Plano de ubicación calicatas (anexos).

Anexos toma de datos campo

"EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR		REGISTRO DE EXPLORACION DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP. 339-150)		Código de formato: Código de documento: Perfil estratigráfico: 1 de 1	
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."					
FECHA	6/06/2020	COORDENADAS: Este	391233	Norte	9220510
CALICATA	CPV-01	UBICACION DE LA EXPLORACION	Sector AV	TIPO DE EXCAVACION	MANUAL
PROFUNDIDAD	1,58m	NIVEL FREATICO	NP		
DESCRIPCION: Presenta dos Horizontes H1. Top Soil hasta los 50 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichus) capa arable. H2. De 50cm a 1,52m, depósito coluvial, detritus arenoso limos, arcillas, trazas de arena, suelo color blanquesino, contenido plastico alto. humedad presente a partir de los 70cm con una condicion baja. Material de suelo estable, con una cementacion moderada, de consistencia firme Al fondo presencia de arenas. Al margen izquierdo presencia de roca volcanica.					
VISTA FRONTAL- PARONAMICA					
DESCRIPCION: Presenta dos Horizontes H1. Top Soil hasta los 40 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichus) capa arable. H2. De 40cm a 1,00m, depósito coluvial, material del suelo de limo - arcilloso, con presencia de detritus silicificados, bolones en la parte superior de hasta 5pulg de diametro, al SE y SW presencia de tufo volcanicos erosionados con Alta plasticidad. humedad presente a partir de los 50cm con una condicion moderada. Material de suelo estable, con una cementacion moderada, de consistencia firme Presencia de macizo rocoso en el fondo.					
VISTA FRONTAL VISTA PANORAMICA					

"EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR		REGISTRO DE EXPLORACION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP. 339-150)		Código de formato: Código de documento: Perfil estratigráfico: 1 de 1	
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."					
FECHA	6/06/2020	COORDENADAS: Este	391481	Norte	8220886
CALICATA	CPV-02	UBICACION DE LA EXPLORACION	Sector AV	TIPO DE EXCAVACION	MANUAL
PROFUNDIDAD	1,80cm	NIVEL FREATICO	NP		
DESCRIPCION: Presenta dos Horizontes H1. Top Soil hasta los 40 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichus) capa arable. H2. De 40cm a 1,00m, depósito coluvial, material del suelo de limo - arcilloso, con presencia de detritus silicificados, bolones en la parte superior de hasta 5pulg de diametro, al SE y SW presencia de tufo volcanicos erosionados con Alta plasticidad. humedad presente a partir de los 50cm con una condicion moderada. Material de suelo estable, con una cementacion moderada, de consistencia firme Presencia de macizo rocoso en el fondo.					
VISTA FRONTAL VISTA PANORAMICA					

Figura 43: Registro de exploración calicata CPV-1 y CPV-2 (anexos).

"EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

"EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR	REGISTRO DE EXPLORACION DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP. 339-150)	Codigo de formato: Codigo de documento: Perfil estratigrafico 1 de 1
<p>PROYECTO DE INVESTIGACION "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."</p> <p>FECHA : 6/08/2020</p> <p>CALICATA : CPV-05 : COORDENADAS: Este 392799 Norte 8220539</p> <p>UBICACION DE LA EXPLORACION : Sector AV TIPO DE EXCAVACION : MANUAL</p> <p>PROFUNDIDAD : 1.57m</p> <p>NIVEL FREATICO : NP</p>	<p>DESCRIPCION:</p> <p>Presenta dos horizontes</p> <p>H1. Top Soil hasta los 30 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichus) capa arable.</p> <p>H2. De 30cm a A 1.00m, material del suelo arenoso con Arcillas</p> <p>Presenta alta plasticidad, color del terreno marron</p> <p>humedad presente a partir de los 40cm con una condicion humeda baja.</p> <p>Material de suelo compacto, estable.</p> <p>Al fondo macizo rocoso</p>	<p>COLUMNA ESTRATIGRAFICA</p> <p>1.00</p> <p>2.00</p> <p>3.00</p> <p>VISTA FRONTAL</p> <p>VISTA PANORAMICA</p>
<p>INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR <th>REGISTRO DE EXPLORACION DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP. 339-150)</th> <th>Codigo de formato: Codigo de documento: Perfil estratigrafico 1 de 1</th> </p>	REGISTRO DE EXPLORACION DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP. 339-150)	Codigo de formato: Codigo de documento: Perfil estratigrafico 1 de 1
<p>PROYECTO DE INVESTIGACION "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."</p> <p>FECHA : 6/08/2020</p> <p>CALICATA : CPV-06 : COORDENADAS: Este 392942 Norte 8220276</p> <p>UBICACION DE LA EXPLORACION : Sector AV TIPO DE EXCAVACION : MANUAL</p> <p>PROFUNDIDAD : 1.54m</p> <p>NIVEL FREATICO : NP</p>	<p>DESCRIPCION:</p> <p>Presenta dos horizontes</p> <p>H1. Top Soil hasta los 60 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichus) capa arable.</p> <p>H2. De 60cm a A 1.50m; deposito Coluvial, material del suelo Gravas con matriz arcillosa</p> <p>gravas en un 10% de angularidad subangulosas</p> <p>presenta plasticidad media, color del terreno marron</p> <p>humedad presente a partir de los 72cm con una condicion humeda baja.</p> <p>Material de suelo compacto, estable, con una consistencia firme.</p>	<p>COLUMNA ESTRATIGRAFICA</p> <p>1.00</p> <p>2.00</p> <p>3.00</p> <p>VISTA FRONTAL</p> <p>VISTA PANORAMICA</p>

Figura 45: Registro de exploración calicata CPV-5 y CPV-6 (anexos).

“EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO.”

INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR	REGISTRO DE EXPLORACION DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP. 339-150)	Codigo de formato: Codigo de documento: Perfil estratigrafico 1 de 1
--	--	--

PROYECTO DE INVESTIGACION "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

FECHA : 6/08/2020	COORDENADAS : Este 393395	Norte 8219794
CALICATA : CPV-06- 2	TIPO DE EXCAVACION : MANUAL	
UBICACION DE LA EXPLORACION : Sector AV	TIPO DE EXCAVACION : MANUAL	
PROFUNDIDAD : 0.43m	NIVEL FREATICO : NP	

DESCRIPCION:	COLUMNA ESTRATIGRAFICA
Presenta dos horizontes	
H1. Top Soil hasta los 40 cm en el se enraiza las raices de la vegetación presente (raices de ichus) capa arable.	1.00
H2. De 20cm a A 40 cm; deposito Coluvial, material del suelo arena limosa presencia de arcillas en un 30%, de angularidad subangulosas presenta plasticidad media. color del terreno pardo	2.00
humedad presente a partir de los 25cm con una condicion humeda.	
Materia de suelo compacto, estable, con una consistencia firme.	
	3.00
VISTA FRONTAL	VISTA PANORAMICA

INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR	REGISTRO DE EXPLORACION DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP. 339-150)	Codigo de formato: Codigo de documento: Perfil estratigrafico 1 de 1
--	--	--

PROYECTO DE INVESTIGACION "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

FECHA : 6/08/2020	COORDENADAS : Este 393589	Norte 822029
UBICACION DE LA EXPLORACION : CPV-07 :	Sector AV	
PROFUNDIDAD : 1.05m	TIPO DE EXCAVACION : MANUAL	
NIVEL FREATICO : NP	TIPO DE EXCAVACION : MANUAL	

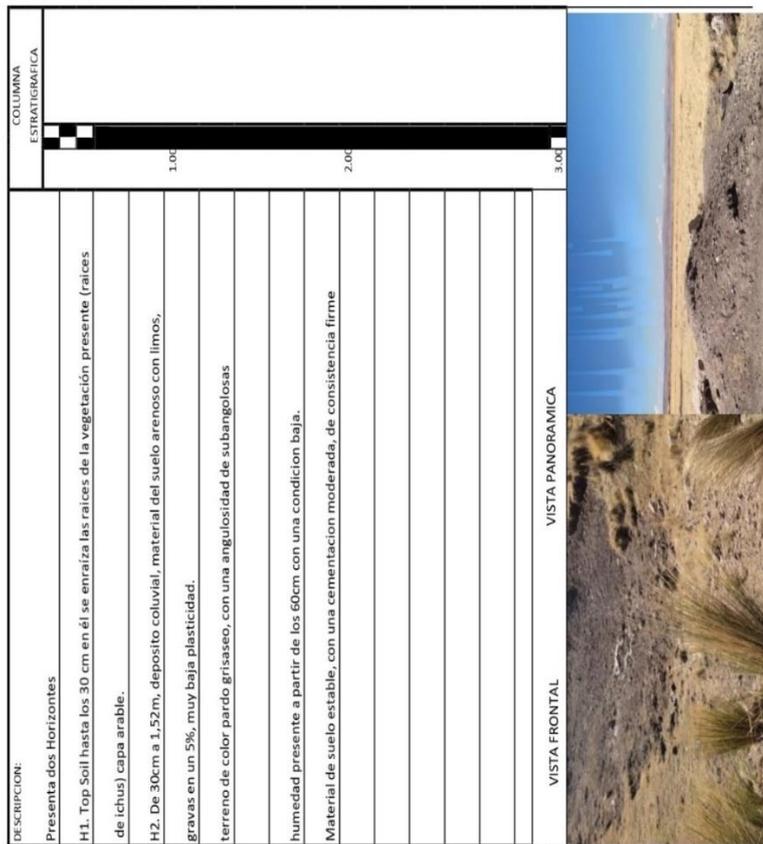
DESCRIPCION:	COLUMNA ESTRATIGRAFICA
Presenta dos horizontes	
H1. Top Soil hasta los 20 cm en el se enraiza las raices de la vegetación presente (raices de ichus) capa arable.	1.00
H2. De 20cm a A 1,05m; deposito Coluvial, material del suelo poco % de clastos y matriz limosa, alto contenido de arenas y poco de arcillas	2.00
Presenta muy baja plasticidad, color del terreno marron.	
humedad presente a partir de los 80cm con una condicion humeda.	
Materia de suelo compacto, estable, con una consistencia firme.	
	3.00
VISTA FRONTAL	VISTA PANORAMICA

Figura 46: Registro de exploración calicata CPV-6-2 y CPV-7 (anexos).

"EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR		REGISTRO DE EXPLORACION DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP. 339.150)		Código de formato: Perfil estratigráfico 1 de 1
FECHA: 6/08/2020		PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."		Código de documento: Perfil estratigráfico 1 de 1
UBICACION DE LA EXPLORACION: Sector AV	TIPO DE EXCAVACION: MANUAL	COORDENADAS: Este 3938888 Norte 8219818		
PROFUNDIDAD: 1,51cm	NIVEL FREATICO: NP			

DESCRIPCION:	COLUMNA ESTRATIGRAFICA
Presenta dos Horizontes	
H1. Top Soil hasta los 30 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichus) capa arable.	1.00
H2. De 30cm a 1.52m, depósito coluvial, material del suelo arenoso con limos, gravas en un 5%, muy baja plasticidad. terreno de color pardo grisaseo, con una angulosidad de subangulosas	2.00
humedad presente a partir de los 60cm con una condicion baja.	
Material de suelo estable, con una cementacion moderada, de consistencia firme	
	3.00



"EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR		REGISTRO DE EXPLORACION DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP. 339.150)		Código de formato: Perfil estratigráfico 1 de 1
FECHA: 6/08/2020		PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."		Código de documento: Perfil estratigráfico 1 de 1
UBICACION DE LA EXPLORACION: Sector AV	TIPO DE EXCAVACION: MANUAL	COORDENADAS: Este 394324 Norte 8219926		
PROFUNDIDAD: 1,56m	NIVEL FREATICO: NP			

DESCRIPCION:	COLUMNA ESTRATIGRAFICA
Presenta dos Horizontes	
H1. Top Soil hasta los 40 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichus) capa arable.	1.00
H2. De 40cm a 1.56m, presencia de Detritos meteorizados, suelo limonoso, presencia de Arcillas y gravas en un 4%, menores a 2 pulg de diametro, con una angulosidad de subangulosas,material del suelo de color blanquesino, buena plasticidad.	2.00
humedad presente a partir de los 60cm con una condicion humeda.	
Material de suelo estable, con una cementacion moderada, de consistencia firme	
	3.00



Figura 47: Registro de exploración calicata CPV-8 y CPV-9 (anexos).

"EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

"EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR	REGISTRO DE EXPLORACION DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP, 339.150)
Código de formato:	Perfil estratigráfico 1 de 1
Código de documento:	

INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR	REGISTRO DE EXPLORACION DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP, 339.150)
Código de formato:	Perfil estratigráfico 1 de 1
Código de documento:	

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

FECHA : 6/09/2020
CALICATA : CPV-10 : COORDENADAS: Este 394512 Norte 8219469

FECHA : 6/09/2020
CALICATA : CPV-10 : COORDENADAS: Este 394512 Norte 8219469

UBICACION DE LA EXPLORACION : Sector AV TIPO DE EXCAVACION : MANUAL

UBICACION DE LA EXPLORACION : Sector AV TIPO DE EXCAVACION : MANUAL

PROFUNDIDAD : 1.54cm
NIVEL FREÁTICO: NP

PROFUNDIDAD : 1.50cm
NIVEL FREÁTICO: NP

DESCRIPCION:	COLUMNA ESTRATIGRAFICA
Presenta dos Horizontes	
H1. Top Soil hasta los 20 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichu) capa arable.	1.00
H2. De 20cm a 1.54m, deposito coluvial, material del suelo limoso y arcilla.	
Bolones de hasta 1cm de diametro y contenido plastica terreno de color pardo claro, con una angulosidad de subangulosas de forma achatadas	2.00
humedad presente a partir de los 80cm con una condicion baja.	
Material de suelo estable, con una cementacion moderada	
Al fondo presencia de bolones de roca, Roca Ignea Volcanica.	
VISTA FRONTAL	VISTA PANORAMICA

DESCRIPCION:	COLUMNA ESTRATIGRAFICA
Presenta dos Horizontes	
H1. Top Soil hasta los 20 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichu) capa arable.	1.00
H2. De 20cm a 1.50cm, deposito coluvial, material del suelo arenoso con limos y arcillas, clastos de hasta 1 cm de diametro	
terreno de color pardo blanquesino, con una angulosidad de subangulosas de forma Achatadas, presencia de plasticidad	2.00
humedad presente a partir de los 80cm con una condicion baja.	
Material de suelo estable, con una cementacion moderada	
Al fondo presencia de bolones de roca, Roca Ignea Volcanica.	
VISTA FRONTAL	VISTA PANORAMICA



Figura 48: Registro de exploración calicata CPV-10 y CPV-11 (anexos).

"EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR	Registro de formato:
	Perfil estratigráfico 1 de 1

**REGISTRO DE EXPLORACION
DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP.
339.150)**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

FECHA : 6/08/2020
 CALICATA : CPD-12 : CPD-12 : 394581 : Norte : 8219459

UBICACION DE LA EXPLORACION : Sector AV : TIPO DE EXCAVACION : MANUAL

PROFUNDIDAD : 1.55m
 NIVEL FREÁTICO : NP

DESCRIPCION:	COLUMNA ESTRATIGRAFICA
Presenta dos Horizontes	
H1. Top Soil hasta los 35 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichus) capa arable.	
H2. De 30cm a 1.55m, deposito coluvial, material del suelo limos arcilla,	1.00
Contenido plastico.	2.00
suelo de color blanquesino	
humedad presente a partir de los 60cm con una condicion buena.	3.00
Material de suelo estable, con una cementacion moderada, de consistencia firme	



INVESTIGADOR: GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR	Registro de formato:
	Perfil estratigráfico 1 de 1

**REGISTRO DE EXPLORACION
DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS (NTP.
339.150)**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."

FECHA : 6/08/2020
 CALICATA : CPV-13 : CPV-13 : 394486 : Norte : 8219114

UBICACION DE LA EXPLORACION : Sector AV : TIPO DE EXCAVACION : MANUAL

PROFUNDIDAD : 1.54cm
 NIVEL FREÁTICO : NP

DESCRIPCION:	COLUMNA ESTRATIGRAFICA
Presenta dos Horizontes	
H1. Top Soil hasta los 40 cm en él se enraiza las raíces de la vegetación presente (raíces de ichu)	
H2. Presenta de 40cm hasta 1.54 m de limos y arcillas con plasticidad.	1.00
Al fondo presencia de macizo rocoso, roca ingnea de clasificacion volcanica	2.00
	3.00



Figura 49: Registro de exploración calicata CPV-12 y CPV-13 (anexos).

Anexo: Resultados de Laboratorio Características de los suelos.

Tabla 43: Análisis granulométrico e IP de CPV-1 (anexos).

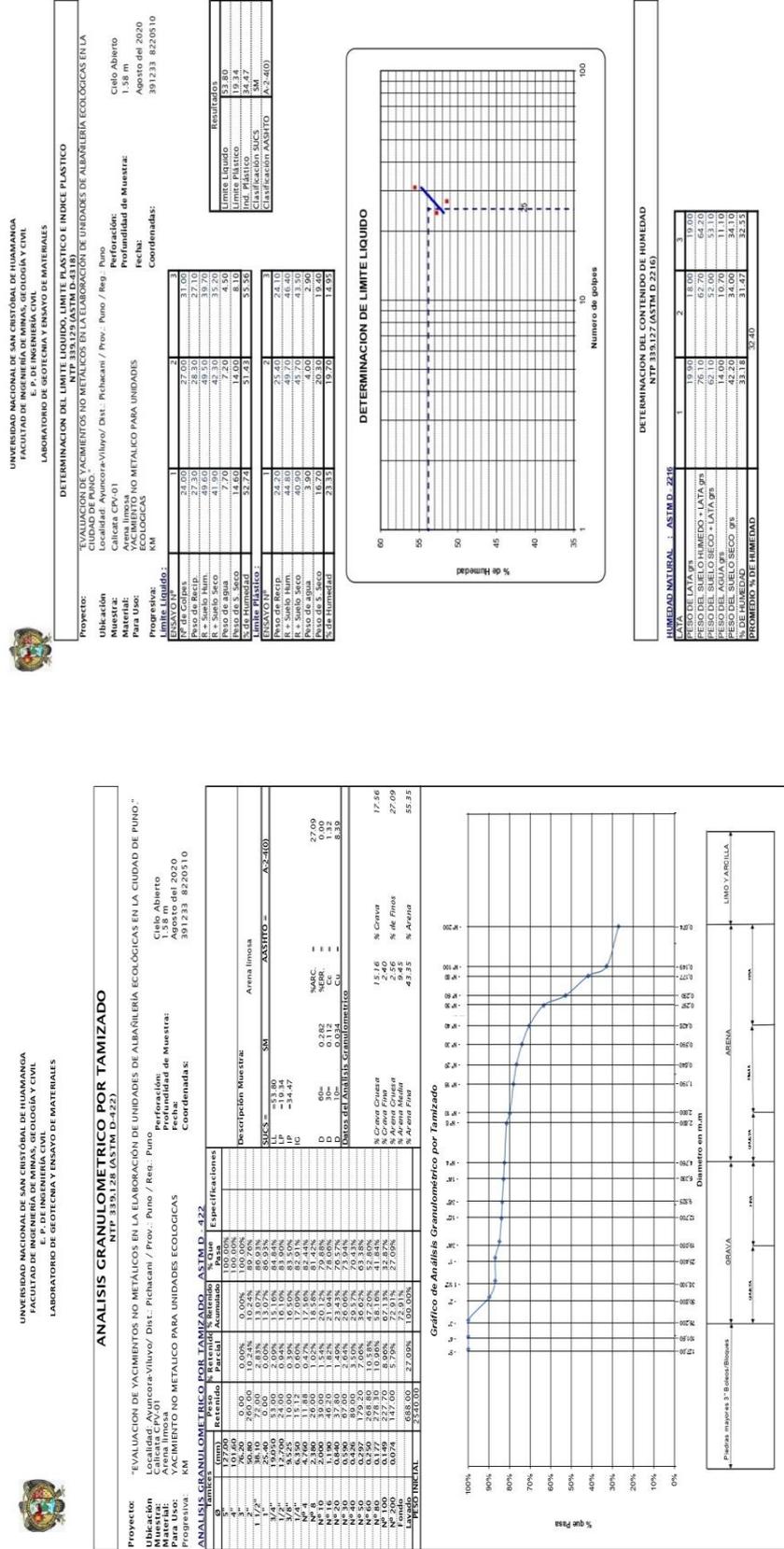


Tabla 44: Análisis granulométrico e IP de CPV-2 (anexos).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

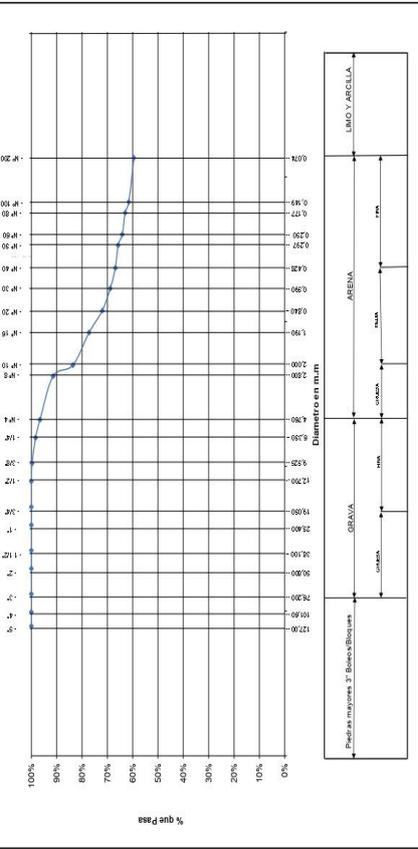
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128 (ASTM D-422)

Proyecto: "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO."
Localidad: Ayacucho-Viluyo/ Dist.: Pichicani / Prov.: Puño / Reg.: Puño
Muestra: LIMO alta plasticidad arenoso
Para Uso: YACIMIENTO NO METÁLICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Progresiva: KM 0+5.00
Ubicación: Ciudad Abierta
Altura: 1.80 m
Fecha: Agosto del 2020
Profundidad de Muestra: 391481 8220486
Coordenadas:

Ø Tamiz (mm)	Retenido	% Retenido	% Acumulado	Especificaciones
4	127.00	0.00	100.00%	
7.5	76.26	0.00	100.00%	
15	34.10	0.00	100.00%	
30	29.40	0.00	100.00%	
60	12.70	0.00	100.00%	
75	12.70	0.00	100.00%	
150	6.35	0.38	99.62%	
300	4.76	0.36	99.64%	
600	2.00	0.15	99.85%	
750	1.00	0.07	99.93%	
1500	0.30	0.02	99.98%	
3000	0.15	0.01	99.99%	
6000	0.07	0.00	100.00%	
75	12.70	0.00	100.00%	
150	6.35	0.38	99.62%	
300	4.76	0.36	99.64%	
600	2.00	0.15	99.85%	
750	1.00	0.07	99.93%	
1500	0.30	0.02	99.98%	
3000	0.15	0.01	99.99%	
6000	0.07	0.00	100.00%	
Peso Inicial	1484.00			
Peso Final	59.50			
Peso Retenido	1424.50			

Descripción Muestra: LIMO alta plasticidad arenoso
SUCS = -55.46
UP = -30.99
IC = -42.46
MHI = A-7.5(L2)
MNR. = 0.002
MCR. = 0.012
C.U. = 0.94
Datos del Análisis Granulométrico
% Crista Cruesa = 0.00 % Gravel = 3.41
% Crista Fina = 5.41 % de Fines = 59.50
% Crista Mediana = 16.79
% Arena Mediana = 7.34
% Arena Fina = 37.09

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado



Ing. José Ernesto Estrada Córdova
M.Sc. INGENIERÍA GEOTÉCNICA
Mag. Geop. del Altiplano de 2012.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE PLASTICO
NTP 339.129 (ASTM D-4318)

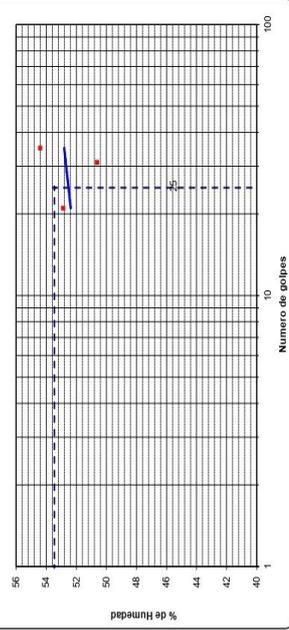
Proyecto: "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO."
Localidad: Ayacucho-Viluyo/ Dist.: Pichicani / Prov.: Puño / Reg.: Puño
Muestra: LIMO alta plasticidad arenoso
Para Uso: YACIMIENTO NO METÁLICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Progresiva: KM 0+5.00
Ubicación: Ciudad Abierta
Altura: 1.80 m
Fecha: Agosto del 2020
Profundidad de Muestra: 391481 8220486
Coordenadas:

Limite Líquido:	Limite Plástico:	% de Humedad:
21.00	31.00	33.00
28.50	29.50	25.40
52.50	54.30	44.70
44.20	46.00	37.90
18.30	18.30	5.20
15.70	15.70	5.20
52.82	50.61	54.40

ENSAJO IP:
Peso de Recid. = 28.10
Peso de Suelo = 26.50
Peso de Suelo Seco = 23.00
R + Suelo Hum. = 41.00
R + Suelo Seco = 43.50
Peso de agua = 4.90
Peso de S. seco = 18.90
% de Humedad = 32.28
29.89

Resultados:
Limite Líquido: 33.46
Limite Plástico: 22.46
Clasificación SUCS: MH
Clasificación AASHTO: A-7-5(L2)

DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

LATA	1	2	3
PESO DE LATA g/s	26.50	26.50	26.10
PESO DEL SUELO HUMEDO - LATA g/s	73.00	73.00	73.90
PESO DEL SUELO SECO - LATA g/s	13.00	12.70	12.80
PESO DEL AGUA g/s	34.40	33.80	35.00
% DE HUMEDAD	37.79	37.57	36.57
PROMEDIO % DE HUMEDAD	37.31		

Ing. José Ernesto Estrada Córdova
M.Sc. INGENIERÍA GEOTÉCNICA
Mag. Geop. del Altiplano de 2012.

Tabla 45: Análisis granulométrico e IP de CPV-3 (anexos).



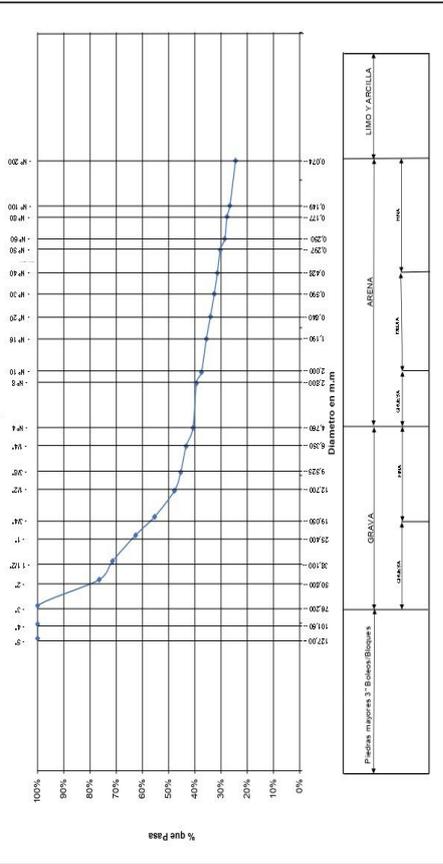
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 359.128 (ASTM D-422)

Proyecto: EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO.
Ubicación: Callicaa CPV-03
Muestra: Grava arcillosa
Para Uso: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Progresiva: KM
Localidad: Ayacucho-Vilvey/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Perforación: Cielo Abierto
Fecha: Agosto del 2020
Coordenadas: 391942 8220109

Ø (mm)	Retenido	Parchil	Acumulado	Pasó	Especificaciones	
					SIUS	GC
3"	101.60	0.00	0.00%	100.00%		
1 1/2"	76.20	0.00	0.00%	100.00%		
3/4"	38.10	1.24	5.00%	28.59%	71.41%	
1/2"	25.40	1.60	8.81%	37.40%	62.60%	
3/8"	12.70	185.00	7.54%	52.00%	47.80%	
1/4"	6.35	30.00	2.41%	54.61%	45.39%	
Nº 4	4.76	84.40	2.81%	59.30%	40.70%	
Nº 10	2.00	47.40	1.91%	62.53%	37.47%	
Nº 16	1.19	46.30	1.88%	64.50%	35.50%	
Nº 30	0.59	36.00	1.47%	67.41%	32.59%	
Nº 40	0.42	29.00	1.16%	68.60%	31.40%	
Nº 60	0.25	21.40	1.09%	71.41%	28.59%	
Nº 100	0.147	20.60	0.88%	73.59%	26.41%	
Nº 200	0.074	33.00	2.16%	75.53%	24.47%	
Lavado		600.00	24.47%	100.00%		
PESO TOTAL		2457.00				

Grava Gruesa	14.66	% Grava	59.30
Grava Fina	3.22	% de Finos	24.47
arena Gruesa	6.99	% Arena	28.47
arena Fina	6.99	% Arena	28.47



Ing. José Ernesto Estrada Córdova
Reg. C.O.M. de Ingeniería N° 23072.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

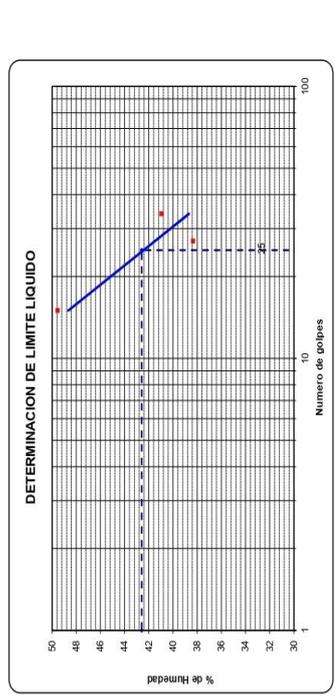
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE PLASTICO
NTP 359.129 (ASTM D-2118)

Proyecto: EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO.
Ubicación: Callicaa CPV-03
Muestra: Grava arcillosa
Para Uso: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Progresiva: KM
Localidad: Ayacucho-Vilvey/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Perforación: Cielo Abierto
Fecha: Agosto del 2020
Coordenadas: 391942 8220109

ENSAYO Nº	1	2	3
Nº de Golpes	15.00	27.00	34.00
Peso de Recip.	21.90	21.90	21.10
Peso de Agua	36.50	39.00	37.80
Peso de S. Seco	5.40	4.60	5.20
% de Humedad	10.90	12.00	12.70
Wp	49.54	38.33	40.94

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso de Recip.			
R + Suelo Húm.			
R + Suelo Seco			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

Resultados	
Límite Líquido	42.59
Límite Plástico	NP
Ind. Plástico	NP
Clasificación	AASHTO - A1.B(0)



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 359.127 (ASTM D 2216)

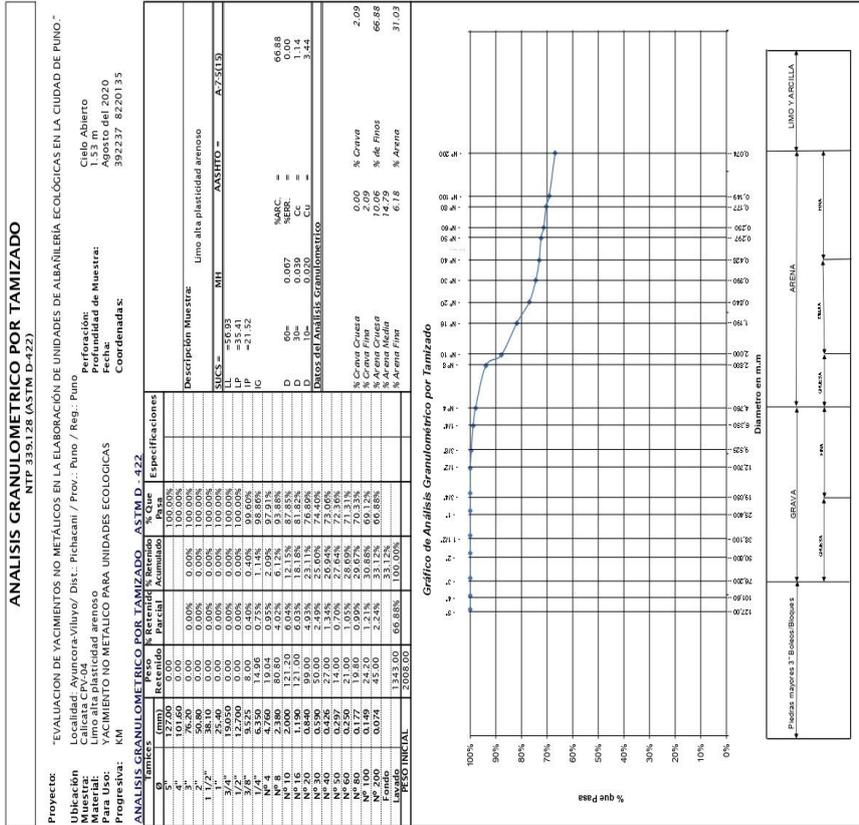
HUMEDAD NATURAL - ASTM D - 2216	
LATA	
1	18.90
2	17.50
3	17.40
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA g	72.80
PESO DEL SUELO SECO + LATA g	64.30
PESO DEL AGUA g	13.50
PESO DEL SUELO SECO g	46.30
PROGMEIO % DE HUMEDAD	29.16

Ing. José Ernesto Estrada Córdova
Reg. C.O.M. de Ingeniería N° 23072.

Tabla 46: Análisis granulométrico e IP de CPV-4 (anexos).



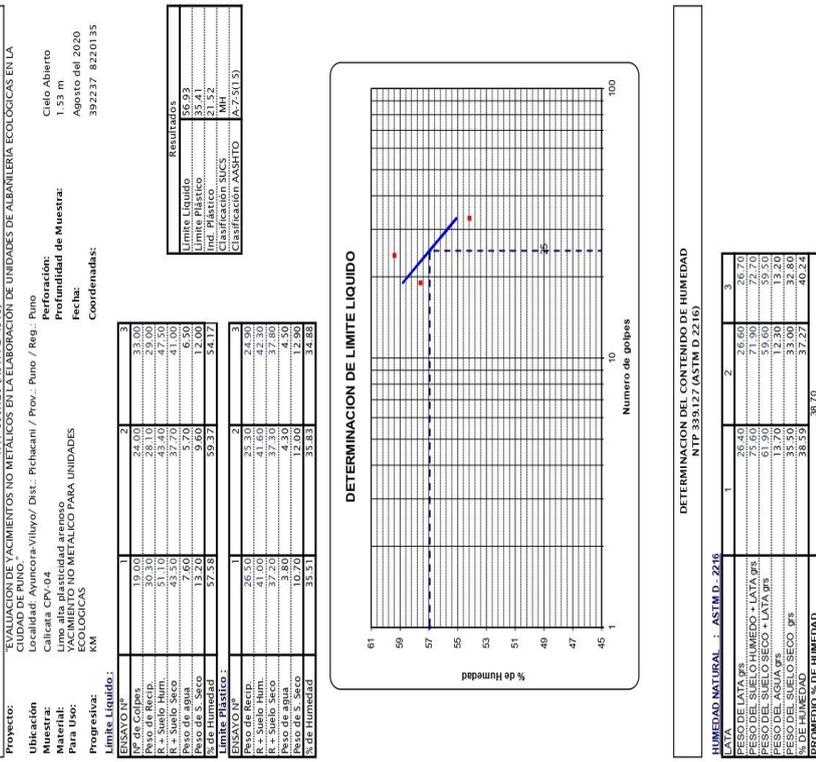
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. José Ernesto Estrada Cárdenas
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 30072

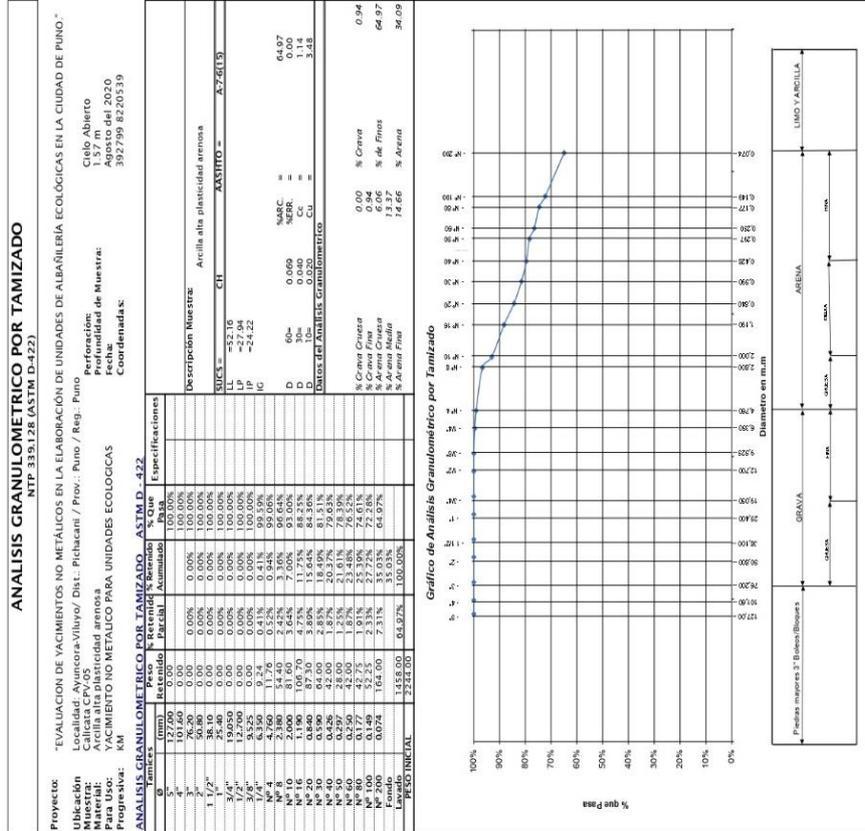


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. José Ernesto Estrada Cárdenas
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 30072

Tabla 47: Análisis granulométrico e IP de CPV-5 (anexos).



Ingeniero Ensayo Civil
 Ing. José Ernesto Córdova
 M. Sc., INGENIERO EN GEOTECNIA
 Reg. Coleg. de Ingenieros N° 33022



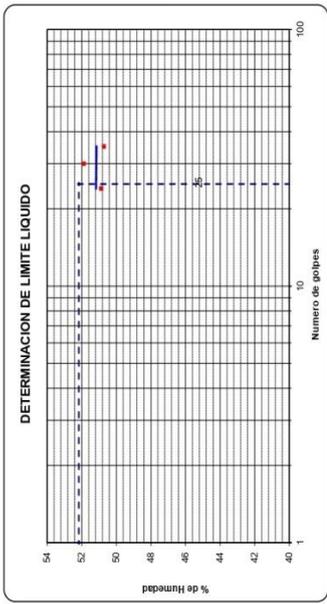
DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E ÍNDICE PLASTICO
 NTP 338.129 (ASTM D 4318)

Proyecto: "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO."
 Ubicación: Ayuncora-Viluyo/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
 Muestra: CPV-05
 Para Uso: YACIMIENTO NO METÁLICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
 Fecha: Agosto del 2020
 Coordenadas: Cielo Abierto 392799 8220539

ENSAYO N°	1	2	3
N° de Colpas	24.00	30.00	35.00
Peso de Recip.	27.00	27.60	31.50
Peso de S. Hum.	34.40	34.40	34.40
R + Suelo Hum.	34.40	40.30	45.50
Peso de agua	5.80	6.90	7.10
Peso de S. Seco	11.40	13.30	14.00
% de Humedad	50.88	51.88	50.71

ENSAYO N°	1	2	3
Peso de Recip.	26.20	25.30	25.70
R + Suelo Hum.	37.00	40.50	42.30
R + Suelo Seco	34.70	37.30	38.60
Peso de agua	2.30	3.20	3.70
Peso de S. Seco	2.30	2.00	2.00
% de Humedad	27.00	28.07	28.68

Resultados	1	2	3
Límite Líquido	52.16		
Límite Plástico	27.94		
Clasificación SUCS	CH		
Clasificación ASHTO	A-7 (6) (3)		



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
 NTP 338.127 (ASTM D 2216)

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

DATA	1	2	3
PESO DE LATA (gr)	17.50	17.90	18.70
PESO DE LATA + MUESTRO (LATA) (gr)	12.80	12.80	12.80
PESO DEL SUELO SECO AL LATA (gr)	56.50	53.10	57.20
PESO DEL AGUA (gr)	12.80	11.90	13.60
PESO DEL SUELO SECO (gr)	39.00	35.20	38.50
% DE HUMEDAD	32.82	33.81	35.32
PROMEDIO % DE HUMEDAD		33.88	

Ingeniero Ensayo Civil
 Ing. José Ernesto Córdova
 M. Sc., INGENIERO EN GEOTECNIA
 Reg. Coleg. de Ingenieros N° 33022

Tabla 48: Análisis granulométrico e IP de CPV-6 (anexos).



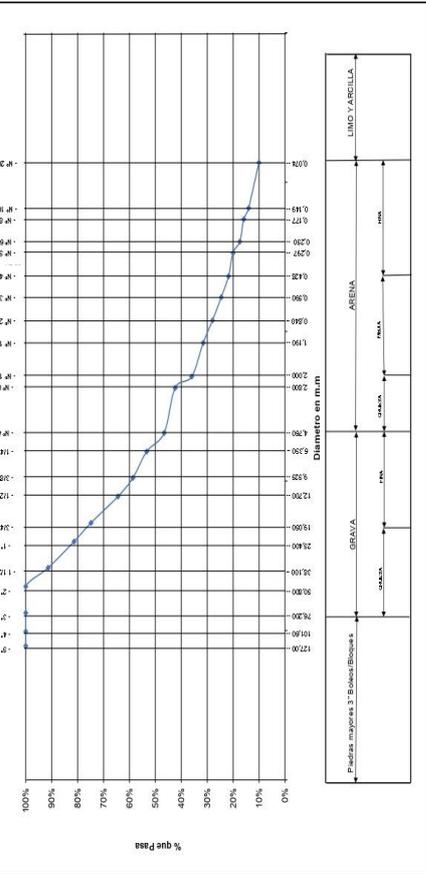
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 333.128 (ASTM D-422)

Proyecto: EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO.
Ubicación: Calcaes, Pucallpa/Villayo/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Material: Grava bien graduada con arcilla
Para Uso: YACIMIENTO NO METÁLICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Progresiva: KM 1.54 m
Fecha: Agosto del 2020
Profundidad de Muestra: 8220276
Coordenadas: 392942 8220276

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			ASTM D-422		
Ø Tamizado	Retenido	Parcial	Acumulado	Especificaciones	Parcial
75	127.00	0.00	0.00	100.00%	100.00%
4.75	76.20	0.00	0.00	100.00%	100.00%
75	38.10	150.00	9.00%	8.00%	91.34%
1.18	22.65	127.30	9.99%	18.05%	81.35%
4.75	12.70	180.00	10.33%	31.57%	68.43%
75	6.35	192.65	5.77%	41.34%	58.65%
1.18	3.18	195.83	2.79%	44.13%	55.86%
4.75	1.59	197.42	0.79%	53.41%	46.59%
75	0.79	198.21	0.39%	64.03%	35.97%
1.18	0.39	198.60	0.19%	68.44%	31.56%
4.75	0.19	198.80	0.09%	75.40%	24.60%
75	0.09	198.90	0.04%	82.23%	17.77%
1.18	0.04	198.94	0.02%	87.50%	12.50%
4.75	0.02	198.96	0.01%	93.79%	6.21%
75	0.01	198.97	0.00%	100.00%	0.00%
PESO INICIAL	1732.00				

Descripción muestra: Grava bien graduada con arcilla
SUCS = **AG-1**
LP = **24.40**
IP = **29.23**
D 60 = **10.200** %R_C = **19.05**
D 30 = **1.140** %R_C = **0.00**
Datos de Análisis Granulométrico
% Grava Cruda = **25.17** % Grava = **59.41**
% Grava Fina = **28.23** % de Finos = **10.05**
% Arena Cruda = **10.62** % Arena = **11.72**
% Arena Fina = **11.72** % Aréol = **36.55**



Ing. José Ernesto Estrella Córdova
E. P. DE INGENIERÍA DE MINAS
Y GEOLOGÍA Y CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

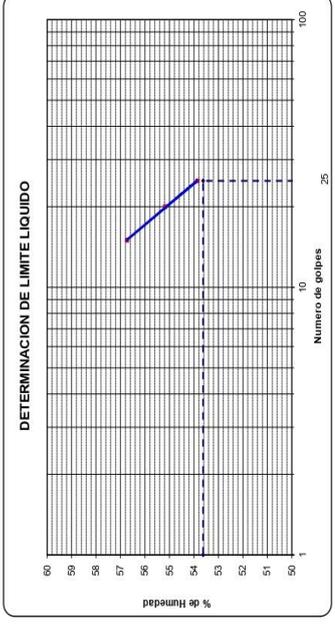


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE PLASTICO
NTP 333.129 (ASTM D-4318)

Proyecto: EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO.
Ubicación: Calcaes, Pucallpa/Villayo/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Material: Grava bien graduada con arcilla
Para Uso: YACIMIENTO NO METÁLICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Progresiva: KM 1.54 m
Fecha: Agosto del 2020
Profundidad de Muestra: 8220276
Coordenadas: 392942 8220276

LIMITE LIQUIDO:	
Nº de Colpas	2
Peso de Recip.	25.00
R + Suelo Hum.	41.50
Peso de Suelo Seco	36.00
Peso de Agua	10.20
% de Humedad	55.73
LIMITE PLASTICO:	
Peso de Recip.	24.00
R + Suelo Seco	34.20
Peso de Agua	3.00
Peso de S. Seco	10.90
% de Humedad	27.57

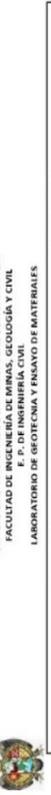


DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 333.127 (ASTM D 2216)

HUMEDAD NATURAL - ASTM D-2918	
1	56.50
2	56.50
3	58.10
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	
1	62.30
2	63.80
3	68.00
PESO DEL SUELO SECO + LATA	
1	69.30
2	69.40
3	71.80
PESO DEL AGUA	
1	13.60
2	14.40
3	39.90
PESO DEL SUELO SECO	
1	43.10
2	43.20
3	29.57
PROMEDIO POR HUMEDAD	
	31.53
	31.49

Ing. José Ernesto Estrella Córdova
E. P. DE INGENIERÍA DE MINAS
Y GEOLOGÍA Y CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

Tabla 49: Análisis granulométrico e IP de CPV-6-2 (anexos).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

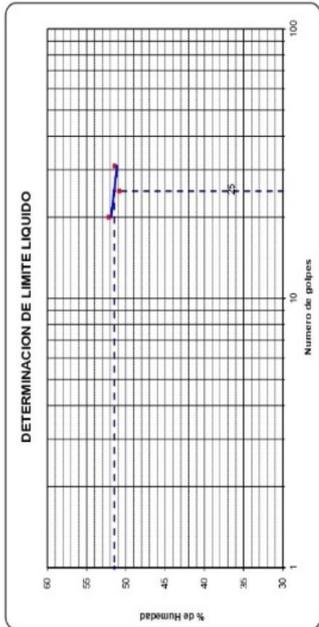
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE PLASTICO
NTP 335.129 (ASTM D 2008)

Proyecto: "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBANILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO"
Ubicación: Calicata Ayucora-Vilayo/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Muestra: Calicata CPV-06-02
Materia: Arena arcillosa
Para Uso: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLOGICAS
Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.43m
Fecha: Agosto del 2020
Coordenadas: 393395 8219794

ENSAJO NP		RECORRIDO	
Nº	Resultado	Nº	Resultado
1	20.00	2	51.00
2	28.20	3	31.60
3	28.40	4	27.20
4	37.40	5	39.80
5	45.50	6	45.50
6	3.80	7	7.00
7	5.80	8	14.00
8	9.20	9	14.00
9	11.40	10	14.00
10	30.88	11	31.48
11	32.17	12	31.48

ENSAJO NP		RECORRIDO	
Nº	Resultado	Nº	Resultado
1	26.00	2	25.40
2	37.20	3	39.20
3	40.00	4	40.00
4	41.00	5	39.00
5	33.00	6	33.00
6	9.00	7	11.20
7	10.90	8	11.20
8	24.44	9	25.63
9	25.63	10	21.37

ENSAJO NP		RECORRIDO	
Nº	Resultado	Nº	Resultado
1	46.03	2	46.03
2	0.00	3	0.00
3	0.00	4	0.00
4	0.00	5	0.00
5	0.00	6	0.00
6	0.00	7	0.00
7	0.00	8	0.00
8	0.00	9	0.00
9	0.00	10	0.00
10	0.00	11	0.00
11	0.00	12	0.00



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 335.127 (ASTM D 2216)			
UNIFORMIDAD NATURAL : ASTM D - 2216	1	2	3
DATA	08.09.20	08.09.20	08.09.20
UBICACION	CALICATA AYUCORA-VILAYO/ PUNO		
LABORATORIO	LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES		
PROYECTO	EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBANILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO		
MUESTRA	CALICATA CPV-06-02		
MATERIA	ARENA ARCILLOSA		
PARA USO	YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLOGICAS		
PERFORACION	CIELO ABIERTO		
PROFUNDIDAD DE MUESTRA	0.43M		
FECHA	08.09.20		
COORDENADAS	393395 8219794		
ENCUENTRO % DE HUMEDAD	23.83	23.39	22.01

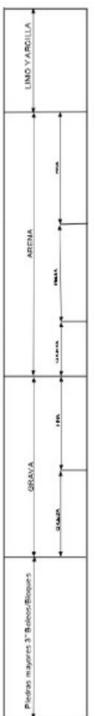
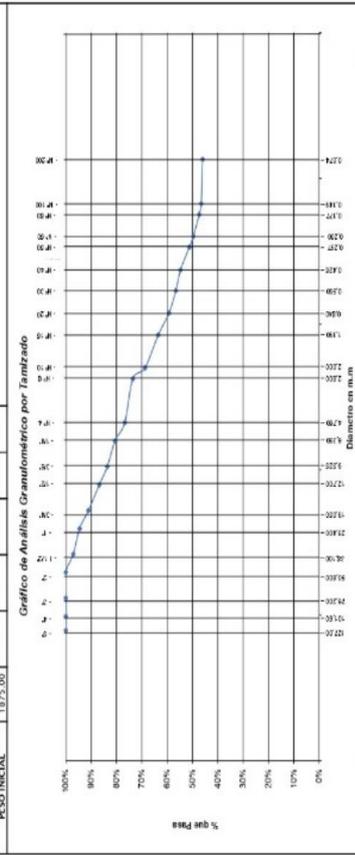


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 335.128 (ASTM D-422)

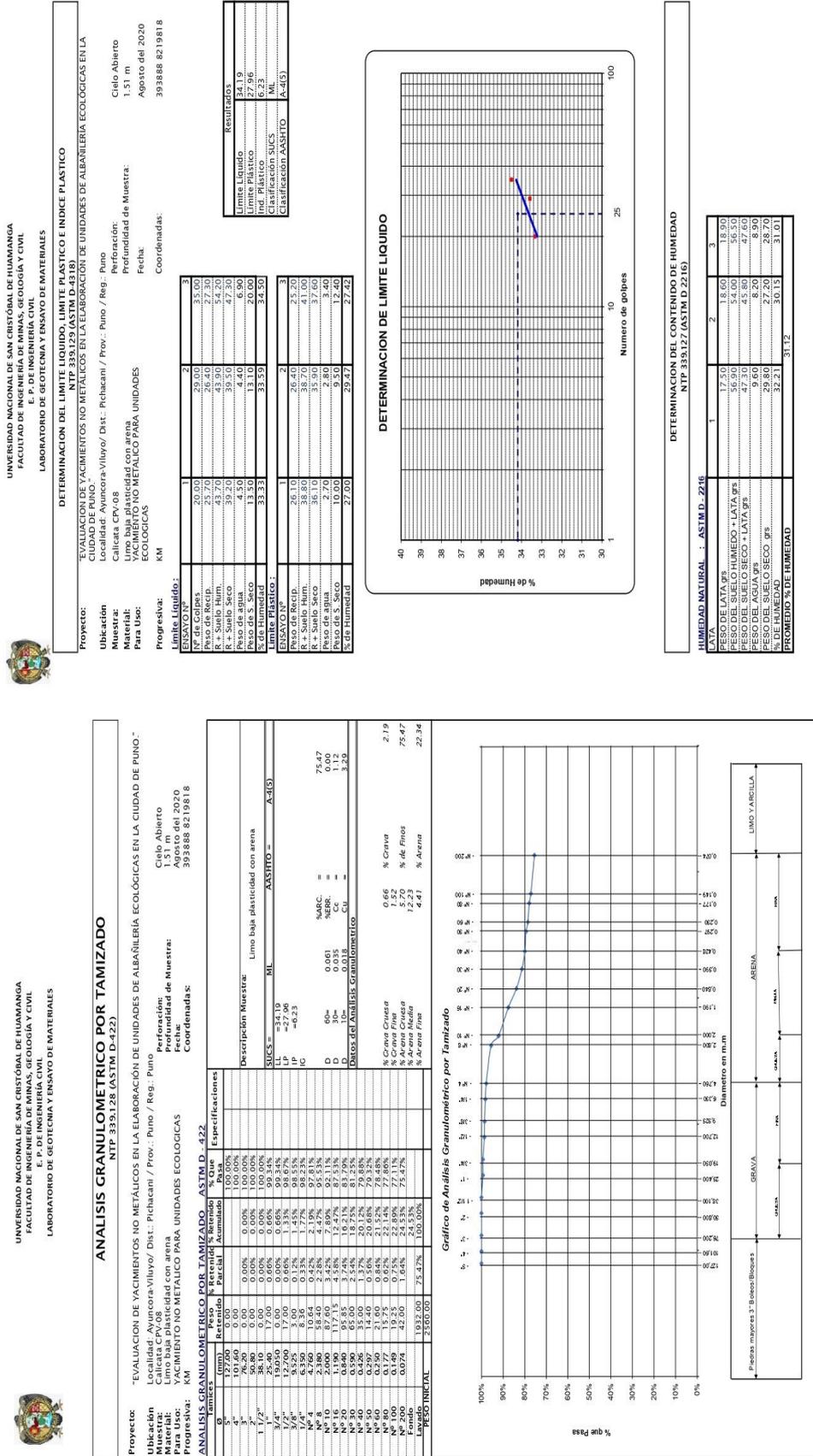
Proyecto: "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBANILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO"
Ubicación: Calicata Ayucora-Vilayo/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Muestra: Calicata CPV-06-02
Materia: Arena arcillosa
Para Uso: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLOGICAS
Perforación: Cielo Abierto
Profundidad de Muestra: 0.43m
Fecha: Agosto del 2020
Coordenadas: 393395 8219794

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422				
Tamaño (mm)	Retenido	Porcentaje Retenido	Porcentaje Pasado	Especificaciones
75	0.00	0.00%	100.00%	Descripción Muestra: Arena arcillosa IPES = 23.88 ASISTO = 47.68 UP = -24.14 LP = -27.34 MBC = 60 = 0.001 NERL = 0.00 ID = 0.024 Cu = 0.004 Cu = 0.024 C _u = 0.024 C _c = 0.004 N. Grad. Cruda = 6.86 % Grad. Fino = 14.29 % Arena Mayor = 74.03 % Arena Fino = 8.69 % Grad. Cruda = 20.25 % Grad. Fino = 46.03 % Arena Mayor = 6.69 % Arena Fino = 20.72
4.75	0.00	0.00%	100.00%	
7.5	0.00	0.00%	100.00%	
15	0.00	0.00%	100.00%	
30	0.00	0.00%	100.00%	
60	0.00	0.00%	100.00%	
75	0.00	0.00%	100.00%	
150	0.00	0.00%	100.00%	
300	0.00	0.00%	100.00%	
600	0.00	0.00%	100.00%	
1.18	38.10	2.91%	97.09%	
4.75	132.00	10.00%	90.00%	
7.5	37.00	2.81%	97.19%	
15	137.00	10.35%	89.65%	
30	136.00	10.23%	89.77%	
60	135.00	10.15%	89.85%	
75	134.00	10.07%	89.93%	
150	132.00	10.00%	90.00%	
300	130.00	9.84%	90.16%	
600	128.00	9.68%	90.32%	
1.18	132.00	10.00%	90.00%	
4.75	130.00	9.84%	90.16%	
7.5	128.00	9.68%	90.32%	
15	126.00	9.52%	90.48%	
30	124.00	9.36%	90.64%	
60	122.00	9.20%	90.80%	
75	120.00	9.04%	90.96%	
150	118.00	8.88%	91.12%	
300	116.00	8.72%	91.28%	
600	114.00	8.56%	91.44%	
1.18	112.00	8.40%	91.60%	
4.75	110.00	8.24%	91.76%	
7.5	108.00	8.08%	91.92%	
15	106.00	7.92%	92.08%	
30	104.00	7.76%	92.24%	
60	102.00	7.60%	92.40%	
75	100.00	7.44%	92.56%	
150	98.00	7.28%	92.72%	
300	96.00	7.12%	92.88%	
600	94.00	6.96%	93.04%	
1.18	92.00	6.80%	93.20%	
4.75	90.00	6.64%	93.36%	
7.5	88.00	6.48%	93.52%	
15	86.00	6.32%	93.68%	
30	84.00	6.16%	93.84%	
60	82.00	6.00%	94.00%	
75	80.00	5.84%	94.16%	
150	78.00	5.68%	94.32%	
300	76.00	5.52%	94.48%	
600	74.00	5.36%	94.64%	
1.18	72.00	5.20%	94.80%	
4.75	70.00	5.04%	94.96%	
7.5	68.00	4.88%	95.12%	
15	66.00	4.72%	95.28%	
30	64.00	4.56%	95.44%	
60	62.00	4.40%	95.60%	
75	60.00	4.24%	95.76%	
150	58.00	4.08%	95.92%	
300	56.00	3.92%	96.08%	
600	54.00	3.76%	96.24%	
1.18	52.00	3.60%	96.40%	
4.75	50.00	3.44%	96.56%	
7.5	48.00	3.28%	96.72%	
15	46.00	3.12%	96.88%	
30	44.00	2.96%	97.04%	
60	42.00	2.80%	97.20%	
75	40.00	2.64%	97.36%	
150	38.00	2.48%	97.52%	
300	36.00	2.32%	97.68%	
600	34.00	2.16%	97.84%	
1.18	32.00	2.00%	98.00%	
4.75	30.00	1.84%	98.16%	
7.5	28.00	1.68%	98.32%	
15	26.00	1.52%	98.48%	
30	24.00	1.36%	98.64%	
60	22.00	1.20%	98.80%	
75	20.00	1.04%	98.96%	
150	18.00	0.88%	99.12%	
300	16.00	0.72%	99.28%	
600	14.00	0.56%	99.44%	
1.18	12.00	0.40%	99.60%	
4.75	10.00	0.24%	99.76%	
7.5	8.00	0.08%	99.92%	
15	6.00	0.00%	100.00%	
30	4.00	0.00%	100.00%	
60	2.00	0.00%	100.00%	
75	0.00	0.00%	100.00%	
150	0.00	0.00%	100.00%	
300	0.00	0.00%	100.00%	
600	0.00	0.00%	100.00%	
1.18	0.00	0.00%	100.00%	
4.75	0.00	0.00%	100.00%	
7.5	0.00	0.00%	100.00%	
15	0.00	0.00%	100.00%	
30	0.00	0.00%	100.00%	
60	0.00	0.00%	100.00%	
75	0.00	0.00%	100.00%	
150	0.00	0.00%	100.00%	
300	0.00	0.00%	100.00%	
600	0.00	0.00%	100.00%	
1.18	0.00	0.00%	100.00%	
4.75	0.00	0.00%	100.00%	
7.5	0.00	0.00%	100.00%	
15	0.00	0.00%	100.00%	
30	0.00	0.00%	100.00%	
60	0.00	0.00%	100.00%	
75	0.00	0.00%	100.00%	
150	0.00	0.00%	100.00%	
300	0.00	0.00%	100.00%	
600	0.00	0.00%	100.00%	
1.18	0.00	0.00%	100.00%	
4.75	0.00	0.00%	100.00%	
7.5	0.00	0.00%	100.00%	
15	0.00	0.00%	100.00%	
30	0.00	0.00%	100.00%	
60	0.00	0.00%	100.00%	
75	0.00	0.00%	100.00%	
150	0.00	0.00%	100.00%	
300	0.00	0.00%	100.00%	
600	0.00	0.00%	100.00%	
1.18	0.00	0.00%	100.00%	
4.75	0.00	0.00%	100.00%	
7.5	0.00	0.00%	100.00%	
15	0.00	0.00%	100.00%	
30	0.00	0.00%	100.00%	
60	0.00	0.00%	100.00%	
75	0.00	0.00%	100.00%	
150	0.00	0.00%	100.00%	
300	0.00	0.00%	100.00%	
600	0.00	0.00%	100.00%	
1.18	0.00	0.00%	100.00%	
4.75	0.00	0.00%	100.00%	
7.5	0.00	0.00%	100.00%	
15	0.00	0.00%	100.00%	
30	0.00	0.00%	100.00%	
60	0.00	0.00%	100.00%	
75	0.00	0.00%	100.00%	
150	0.00	0.00%	100.00%	
300	0.00	0.00%	100.00%	
600	0.00	0.00%	100.00%	
1.18	0.00	0.00%	100.00%	
4.75	0.00	0.00%	100.00%	
7.5	0.00	0.00%	100.00%	
15	0.00	0.00%	100.00%	
30	0.00	0.00%	100.00%	
60	0.00	0.00%	100.00%	
75	0.00	0.00%	100.00%	
150	0.00	0.00%	100.00%	
300	0.00	0.00%	100.00%	
600	0.00	0.00%	100.00%	
1.18	0.00	0.00%	100.00%	
4.75	0.00	0.00%	100.00%	
7.5	0.00	0.00%	100.00%	
15	0.00	0.00%	100.00%	
30	0.00	0.00%	100.00%	
60	0.00	0.00%	100.00%	
75	0.00	0.00%	100.00%	
150	0.00	0.00%	100.00%	
300	0.00	0.00%	100.00%	
600	0.00	0.00%	100.00%	
1.18	0.00	0.00%	100.00%	
4.75	0.00	0.00%	100.00%	
7.5	0.00	0.00%	100.00%	
15	0.00	0.00%	100.00%	
30	0.00	0.00%	100.00%	
60	0.00	0.00%	100.00%	
75	0.00	0.00%	100.00%	
150	0.00	0.00%	100.00%	
300	0.00	0.00%	100.00%	
600	0.00	0.00%	100.00%	



Ing. José Ernesto Estrella Caldeira
M. Sc., INGENIERIA DE GEOTECNIA
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 23812

Tabla 51: Análisis granulométrico e IP de CPV-8 (anexos).



Ing. José Ernesto Estrella Córdova
Reg. Oficio de Ingeniería N° 33022.

Ing. José Ernesto Estrella Córdova
Reg. Oficio de Ingeniería N° 33022.

Tabla 52: Análisis granulométrico e IP de CPV-9 (anexos).



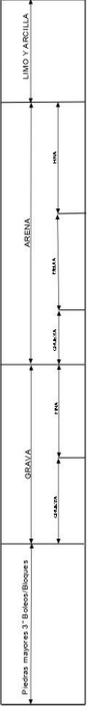
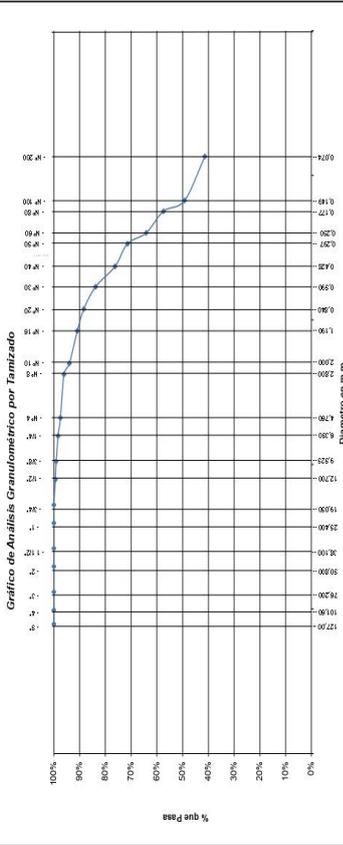
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 330.128 (ASTM D-422)

Proyecto: "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO."
Ubicación: Calicata CPV-09
Muestra: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLOGICAS
Para Uso: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLOGICAS
Progreso: KM
Localidad: Ayacucho/Viluyo/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puño / Reg.: Puño
Cielo Abierto
Fecha: Agosto del 2020
Coordenadas: 394324 8219926

Ø Tamiz	Peso Retenido	Peso Retenido Parcial	% que Retiene	% Acumulado	Especificaciones
3"	0.00	0.00	0.00%	100.00%	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00%	100.00%	
3/4"	0.00	0.00	0.00%	100.00%	
1/2"	0.00	0.00	0.00%	100.00%	
3/8"	0.00	0.00	0.00%	100.00%	
2"	0.00	0.00	0.00%	100.00%	
Nº 10	1.54	1.54	0.2%	99.8%	
Nº 20	46.50	48.04	2.0%	97.8%	
Nº 40	107.00	117.54	5.2%	92.6%	
Nº 60	106.80	224.34	10.0%	82.6%	
Nº 80	131.50	355.84	15.7%	66.9%	
Nº 100	174.89	530.73	23.5%	43.4%	
Nº 200	183.50	714.23	32.4%	11.0%	
Nº 400	211.00	925.23	41.3%	0.0%	
PESO TOTAL	211.00	925.23	41.3%	0.0%	



Ing. José Ernesto Estrada Córdova
M.Sc. INGENIERIA DE GEOTECNIA
Aug. 2020, 08 septiembre 2022.

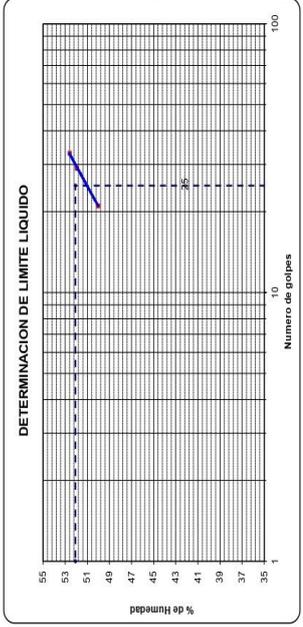


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE PLASTICO

Proyecto: "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO."
Ubicación: Calicata CPV-09
Muestra: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLOGICAS
Para Uso: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLOGICAS
Progreso: KM
Localidad: Ayacucho/Viluyo/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puño / Reg.: Puño
Cielo Abierto
Fecha: Agosto del 2020
Coordenadas: 394324 8219926

ENSAYO Nº:	1	2
Nº de Golpes	21.00	29.00
Peso de Recip.	34.50	34.40
R. S. Suelo Hum.	27.00	35.10
R. S. Suelo Seco	27.00	28.60
Peso de agua	6.00	6.70
% de Humedad	12.00	13.50
Wp	30.00	51.94
Wp	17.20	35.90
R. S. Suelo Hum.	33.10	35.90
R. S. Suelo Seco	30.00	29.70
Peso de S. Seco	13.40	12.80
% de Humedad	18.65	25.71



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

HUMEDAD NATURAL : ASTM D-2916	1	2	3
PESO DE LATA (g)	26.70	25.70	25.80
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA (g)	69.20	65.10	60.40
PESO DEL SUELO SECO + LATA (g)	59.50	56.10	52.40
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	42.50	39.40	36.60
PESO DEL SUELO SECO (g)	32.80	30.40	26.60
% DE HUMEDAD	29.57	29.61	29.85
PROMEDIO % DE HUMEDAD		29.68	

Ing. José Ernesto Estrada Córdova
M.Sc. INGENIERIA DE GEOTECNIA
Aug. 2020, 08 septiembre 2022.

Tabla 53: Análisis granulométrico e IP de CPV-10 (anexos).

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128 (ASTM D-422)

Proyecto: "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO."
Localidad: Avincora-Villayo/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Muestra: Calicata CPV-10
Material: Arena arcillosa
Profundidad de Muestra: Cielo Abierto
Para Uso: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Fecha: Agosto del 2020
Progresiva: KM
Coordenadas: 394512.8219469

Cielo Abierto
1.50 m
Agosto del 2020
394512.8219469

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422

Nº Tamiz	Tamaño	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	Especificaciones
5	147.60	0.00	0.00%	100.00%	
10	75.00	0.00	0.00%	100.00%	
20	37.50	0.00	0.00%	100.00%	
40	18.75	0.00	0.00%	100.00%	
75	9.375	0.00	0.00%	100.00%	
150	4.6875	0.00	0.00%	100.00%	
300	2.34375	0.00	0.00%	100.00%	
600	1.171875	0.00	0.00%	100.00%	
1250	0.5859375	0.00	0.00%	100.00%	
2500	0.29296875	0.00	0.00%	100.00%	
5000	0.146484375	0.00	0.00%	100.00%	
10000	0.0732421875	0.00	0.00%	100.00%	
20000	0.03662109375	0.00	0.00%	100.00%	
40000	0.018310546875	0.00	0.00%	100.00%	
80000	0.0091552734375	0.00	0.00%	100.00%	
150	75.00	0.00	0.00%	100.00%	
300	37.50	0.00	0.00%	100.00%	
600	18.75	0.00	0.00%	100.00%	
1250	9.375	0.00	0.00%	100.00%	
2500	4.6875	0.00	0.00%	100.00%	
5000	2.34375	0.00	0.00%	100.00%	
10000	1.171875	0.00	0.00%	100.00%	
20000	0.5859375	0.00	0.00%	100.00%	
40000	0.29296875	0.00	0.00%	100.00%	
80000	0.146484375	0.00	0.00%	100.00%	
150	75.00	0.00	0.00%	100.00%	
300	37.50	0.00	0.00%	100.00%	
600	18.75	0.00	0.00%	100.00%	
1250	9.375	0.00	0.00%	100.00%	
2500	4.6875	0.00	0.00%	100.00%	
5000	2.34375	0.00	0.00%	100.00%	
10000	1.171875	0.00	0.00%	100.00%	
20000	0.5859375	0.00	0.00%	100.00%	
40000	0.29296875	0.00	0.00%	100.00%	
80000	0.146484375	0.00	0.00%	100.00%	
Peso Total	1153.00	49.17%	50.00%		
Peso Final	2385.00				

MARC = 49.17
MARC = 0.30
Cu = 11.83

% Grava Cruesa = 0.00 % Grava = 0.08
% Grava Cruesa = 0.00 % Grava = 0.88
% Arena Cruesa = 32.94 % Arena = 49.17
% Arena Cruesa = 15.95 % Arena = 50.74

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422

Nº Tamiz	Tamaño	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	Especificaciones
5	147.60	0.00	0.00%	100.00%	
10	75.00	0.00	0.00%	100.00%	
20	37.50	0.00	0.00%	100.00%	
40	18.75	0.00	0.00%	100.00%	
75	9.375	0.00	0.00%	100.00%	
150	4.6875	0.00	0.00%	100.00%	
300	2.34375	0.00	0.00%	100.00%	
600	1.171875	0.00	0.00%	100.00%	
1250	0.5859375	0.00	0.00%	100.00%	
2500	0.29296875	0.00	0.00%	100.00%	
5000	0.146484375	0.00	0.00%	100.00%	
10000	0.0732421875	0.00	0.00%	100.00%	
20000	0.03662109375	0.00	0.00%	100.00%	
40000	0.018310546875	0.00	0.00%	100.00%	
80000	0.0091552734375	0.00	0.00%	100.00%	
150	75.00	0.00	0.00%	100.00%	
300	37.50	0.00	0.00%	100.00%	
600	18.75	0.00	0.00%	100.00%	
1250	9.375	0.00	0.00%	100.00%	
2500	4.6875	0.00	0.00%	100.00%	
5000	2.34375	0.00	0.00%	100.00%	
10000	1.171875	0.00	0.00%	100.00%	
20000	0.5859375	0.00	0.00%	100.00%	
40000	0.29296875	0.00	0.00%	100.00%	
80000	0.146484375	0.00	0.00%	100.00%	
Peso Total	1153.00	49.17%	50.00%		
Peso Final	2385.00				

MARC = 49.17
MARC = 0.30
Cu = 11.83

% Grava Cruesa = 0.00 % Grava = 0.08
% Grava Cruesa = 0.00 % Grava = 0.88
% Arena Cruesa = 32.94 % Arena = 49.17
% Arena Cruesa = 15.95 % Arena = 50.74

Gráfico de Análisis Granulométrico por Tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D - 422

Nº Tamiz	Tamaño	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	Especificaciones
5	147.60	0.00	0.00%	100.00%	
10	75.00	0.00	0.00%	100.00%	
20	37.50	0.00	0.00%	100.00%	
40	18.75	0.00	0.00%	100.00%	
75	9.375	0.00	0.00%	100.00%	
150	4.6875	0.00	0.00%	100.00%	
300	2.34375	0.00	0.00%	100.00%	
600	1.171875	0.00	0.00%	100.00%	
1250	0.5859375	0.00	0.00%	100.00%	
2500	0.29296875	0.00	0.00%	100.00%	
5000	0.146484375	0.00	0.00%	100.00%	
10000	0.0732421875	0.00	0.00%	100.00%	
20000	0.03662109375	0.00	0.00%	100.00%	
40000	0.018310546875	0.00	0.00%	100.00%	
80000	0.0091552734375	0.00	0.00%	100.00%	
150	75.00	0.00	0.00%	100.00%	
300	37.50	0.00	0.00%	100.00%	
600	18.75	0.00	0.00%	100.00%	
1250	9.375	0.00	0.00%	100.00%	
2500	4.6875	0.00	0.00%	100.00%	
5000	2.34375	0.00	0.00%	100.00%	
10000	1.171875	0.00	0.00%	100.00%	
20000	0.5859375	0.00	0.00%	100.00%	
40000	0.29296875	0.00	0.00%	100.00%	
80000	0.146484375	0.00	0.00%	100.00%	
Peso Total	1153.00	49.17%	50.00%		
Peso Final	2385.00				

MARC = 49.17
MARC = 0.30
Cu = 11.83

% Grava Cruesa = 0.00 % Grava = 0.08
% Grava Cruesa = 0.00 % Grava = 0.88
% Arena Cruesa = 32.94 % Arena = 49.17
% Arena Cruesa = 15.95 % Arena = 50.74

Ing. José Ernesto Estrada Chálfon
M.Sc. - INGENIERÍA ECOLÓGICA
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 20372.

Ing. José Ernesto Estrada Chálfon
M.Sc. - INGENIERÍA ECOLÓGICA
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 20372.

Tabla 54: Análisis granulométrico e IP de CPV-11 (anexos).

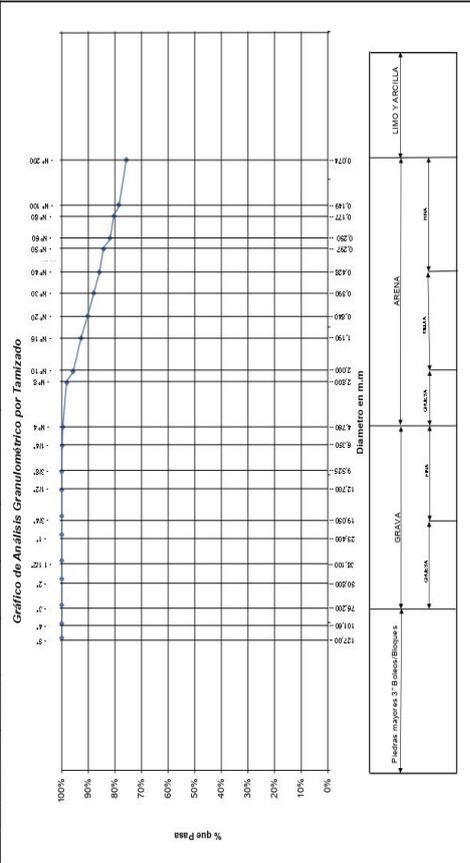
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 339.128 (ASTM D-422)

Proyecto: "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."
Ubicación: Localidad: Ayuncora-Vilvory/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Muestra: Limo alta plasticidad con arena
Para Usos: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Profundidad de Muestra: Cielo Abierto
Fecha: Agosto del 2020
Coordenadas: 394512 8219469

Or Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Que Pasó	Especificaciones
5"	127,00	0,00	0,00	100,00	
4"	101,60	0,00	0,00	100,00	
3"	50,80	0,00	0,00	100,00	
2"	38,10	0,00	0,00	100,00	
1 1/2"	19,050	0,00	0,00	100,00	
3/4"	12,700	0,00	0,00	100,00	
1/2"	6,350	4,84	0,19%	99,81%	
Nº 10	2,000	58,80	2,72%	97,28%	
Nº 20	0,850	64,80	2,90%	97,10%	
Nº 30	0,390	58,00	2,44%	97,56%	
Nº 40	0,250	41,20	1,59%	98,41%	
Nº 60	0,100	1,80	0,68%	99,32%	
Nº 100	0,149	47,85	1,85%	98,15%	
Nº 200	0,074	7,20	2,78%	97,22%	
Lavado	1,961 00	75,74%	100,00%		
PESO INICIAL	2,539 00				



Ing. José Ernesto Estrada Córdova
Mag. Coleg. de Ingenieros N° 33022.



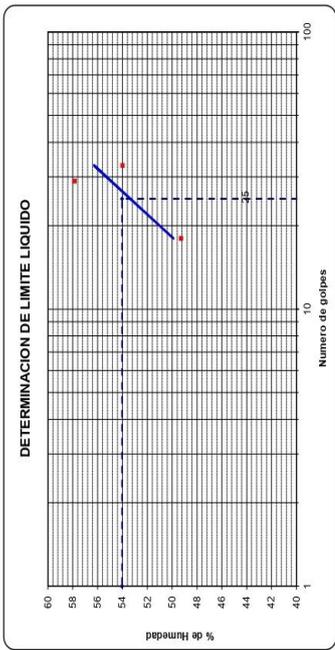
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE PLASTICO
NTP 339.129 (ASTM D-4218)

Proyecto: "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."
Ubicación: Localidad: Ayuncora-Vilvory/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Muestra: Limo alta plasticidad con arena
Para Usos: YACIMIENTO NO METALICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Profundidad de Muestra: Cielo Abierto
Fecha: Agosto del 2020
Coordenadas: 394512 8219469

ENSAYO Nº	1	2	3
Nº de Golpes	18,00	29,00	33,00
Peso de Recip.	29,40	30,10	30,60
R + Suelo Seco	43,20	42,70	46,90
Peso de agua	6,80	7,00	8,80
% de Humedad	13,80	12,10	16,30
Límite Líquido	49,28	57,85	53,99
Límite Plástico	11	11	11
Peso de Recip.	19,00	19,50	26,80
R + Suelo Hum.	28,80	30,80	40,50
Peso de agua	26,40	28,10	37,10
% de Humedad	2,40	2,70	3,40
Límite Plástico	32,43	31,40	33,01

Resultados	
Límite Líquido	54,03
Límite Plástico	32,28
Ind. Plástico	21,75
Clasificación SUCS	MH
Clasificación AASHTO	A-7.5(B)



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127 (ASTM D 2216)

HUMEDAD NATURAL - ASTM D-2216			
LATA	1	2	3
PESO DELATA, gps	26,10	26,40	26,30
PESO DEL SUELO SECO + LATA, gps	57,10	60,20	61,80
PESO DEL AGUA, gps	13,10	14,20	14,00
PESO DEL SUELO SECO, gps	31,00	33,80	35,50
% DE HUMEDAD	42,26	42,01	39,44
PROMEDIO % DE HUMEDAD	41,24		

Ing. José Ernesto Estrada Córdova
Mag. Coleg. de Ingenieros N° 33022.

Tabla 55: Análisis granulométrico e IP de CPV-12 (anexos).

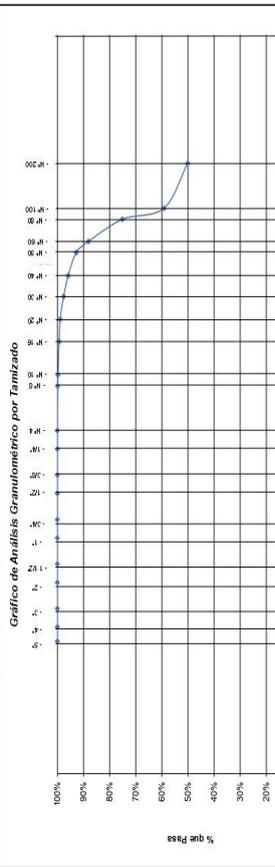
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 3391.28 (ASTM D-422)

Proyecto: EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO.
Ubicación: Ciudad de Puno.
Localidad: Avincora-Viluyo/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Material: Arcilla alta plasticidad arenosa.
Para Uso: YACIMIENTO NO METÁLICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Progresiva: KM
Fecha: Agosto del 2020
Profundidad de Muestra: 1.55 m
Coordenadas: 394581 8219459

Ø Tamices	Peso Retenido	% Retenido	Especificaciones	
			% Retenido	% Que Pasa
0	127.00	0.00	100.00%	0.00%
3"	19.40	0.00	100.00%	0.00%
2"	30.40	0.00	100.00%	0.00%
1 1/2"	25.40	0.00	100.00%	0.00%
3/4"	130.50	0.00	100.00%	0.00%
3/8"	5.25	0.00	100.00%	0.00%
Nº 16	6.750	0.00	100.00%	0.00%
Nº 20	2.360	2.40	100.00%	0.00%
Nº 40	0.840	9.45	100.00%	0.00%
Nº 60	0.250	2.40	100.00%	0.00%
Nº 80	0.177	3.27	100.00%	0.00%
Nº 100	0.149	3.52	100.00%	0.00%
Nº 200	0.074	6.99	100.00%	0.00%
Nº 425	0.044	40.82%	59.18%	40.82%
Leño	1368.335	50.08%	100.00%	50.08%
PESO TOTAL	2518.00			



Ø	Material	%
Grava	Grava	0.00
Grava	Grava	0.04
Grava	Grava	3.90
Grava	Grava	45.79
Grava	Grava	50.08
Grava	Grava	49.92

Ing. José Ernesto Estrada Córdova
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 33572.

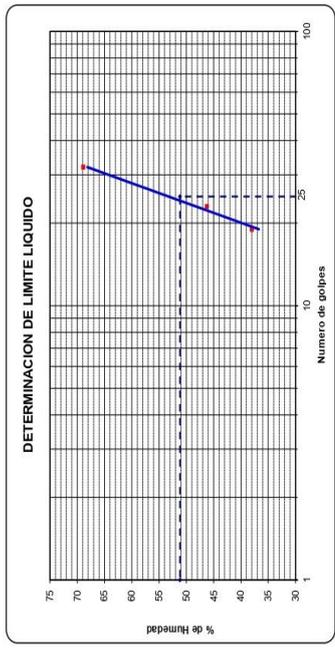


DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO.

Ubicación: Ciudad de Puno.
Localidad: Avincora-Viluyo/ Dist.: Pichacani / Prov.: Puno / Reg.: Puno
Material: Arcilla alta plasticidad arenosa.
Para Uso: YACIMIENTO NO METÁLICO PARA UNIDADES ECOLÓGICAS
Progresiva: KM
Fecha: Agosto del 2020
Profundidad de Muestra: 1.55 m
Coordenadas: 394581 8219459

ENSAYO LP		2	3
Nº de Golpes		23.00	37.00
Peso de Recip.		21.20	28.80
R + Suelo Hum.		39.70	42.30
Peso de agua		5.90	9.30
Límite Líquido		37.99	46.22
Límite Plástico		11	3
Índice Plástico		26.20	26.10
R + Suelo Hum.		36.80	38.20
R + Suelo Seco		35.00	36.90
Peso de agua		1.70	1.90
Peso de S. Seco		8.90	10.60
Índice de Humedad		19.81	12.04

Resultados	
Límite Líquido	51.16
Límite Plástico	16.98
Ind. Plástico	34.18
Clasificación SICS	CH
Clasificación AASHTO	A-3(0)

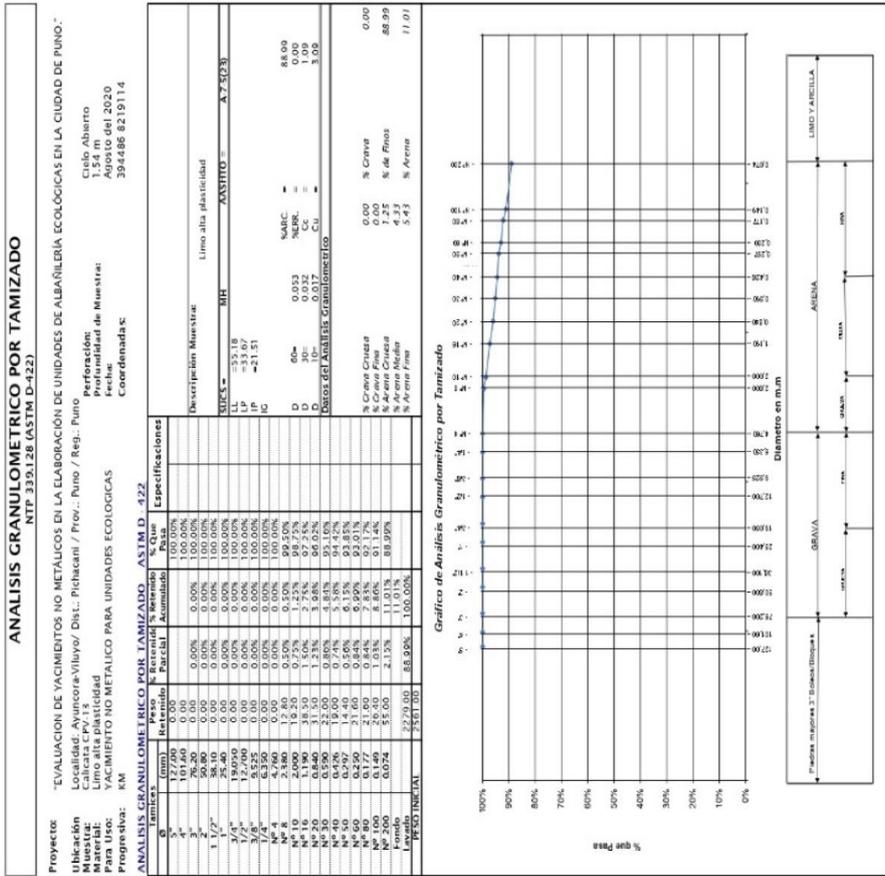


LÍMIDEAD NATURAL : ASTM D - 2216 NTP 339.127 (ASTM D 2216)					
1	18.50	2	19.00	3	19.40
PESO DE LA T.A.	64.20		64.50		68.30
PESO DEL SUELO HUMEDO + LA T.A.	52.20		52.40		55.60
PESO DEL SUELO SECO + LA T.A.	12.00		12.10		12.70
PESO DEL SUELO SECO - P.F.	35.01		35.23		35.08
% DE HUMEDAD	35.84		35.84		35.08
PROMEDIO % DE HUMEDAD					

Ing. José Ernesto Estrada Córdova
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 33572.

Tabla 56: Análisis granulométrico e IP de CPV-13 (anexos).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. José Ernesto Estuardo Córdova
M. Sc. INGENIERÍA GEOTÉCNICA
Mag. Civil (en Ingeniería) M. 2012.

Tabla 57: Resultados de mecánica de suelos (anexos).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. F. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

RESUMEN DE RESULTADOS DE MECANICA DE SUELOS SECTOR AYUNCORA-VILUYO															
CALICATA	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD	ESTRATIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	CLASIFICACIÓN	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	PORCENTAJE DE GRAVAS	PORCENTAJE E DE FINOS	PORCENTAJE DE ARENAS	HUMEDAD	CC	CU
	PROG	m		SUCS			%	%	%	%	%	%	%		
Calicata CPV-01	0.00	1.58 m	C	SM	Arena limosa	A-2-4(0)	53.80	19.34	34.47	17.56	27.09	55.35	32.40	1.32	8.39
Calicata CPV-02	0.00	1.80 m	C	MH	Limo alta plasticidad arenoso	A-7-5(12)	53.46	30.99	22.46	3.41	59.50	37.09	37.31	0.93	4.44
Calicata CPV-03	0.00	0.70 m	C	GC	Grava arcillosa	A1-B(0)	42.59	NP	NP	59.30	24.47	16.23	29.80	0.00	0.00
Calicata CPV-04	0.00	1.53 m	C	MH	Limo alta plasticidad arenoso	A-7-5(15)	56.93	35.41	21.52	2.09	66.88	31.03	38.70	1.14	3.44
Calicata CPV-05	0.00	1.57 m	C	CH	Arcilla alta plasticidad arenosa	A-7-6(15)	52.16	27.94	24.22	0.94	64.97	34.09	33.98	1.14	3.48
Calicata CPV-06	0.00	1.54 m	C	GW GC	Grava bien graduada con arcilla	A1-B(0)	53.63	24.40	29.23	53.41	10.05	36.55	31.49	0.00	0.00
Calicata CPV-06-02	0.00	0.43 m	C	SC	Arena arcillosa	A-7-6(8)	51.48	24.14	27.34	23.25	46.03	30.72	23.08	0.12	37.70
Calicata CPV-07	0.00	1.05 m	C	SM	Arena limosa	A-4(0)	27.17	22.96	4.20	4.30	47.19	48.50	15.57	0.41	11.21
Calicata CPV-08	0.00	1.51 m	C	ML	Limo baja plasticidad con arena	A-4(5)	34.19	27.96	6.23	2.19	75.47	22.34	31.12	1.12	3.29
Calicata CPV-09	0.00	1.56 m	C	SC	Arena arcillosa	A-4(0)	52.07	23.12	28.95	2.53	41.36	56.11	29.68	0.61	8.04
Calicata CPV-10	0.00	1.50 m	C	SC	Arena arcillosa	A-7-6(11)	54.44	23.56	30.89	0.08	49.17	50.74	20.32	0.38	11.83
Calicata CPV-11	0.00	1.54 m	C	MH	Limo alta plasticidad con arena	A-7-5(18)	54.03	32.28	21.75	0.42	75.74	23.83	41.24	1.12	3.29
Calicata CPV-12	0.00	1.55 m	C	CH	Arcilla alta plasticidad arenosa	A-5(0)	51.16	16.98	34.18	0.00	50.08	49.92	35.64	0.68	6.60
Calicata CPV-13	0.00	1.54 m	C	MH	Limo alta plasticidad	A-7-5(23)	55.18	33.67	21.51	0.00	88.99	11.01	37.18	1.09	3.09

[Firma]
Ing. José Ernesto Estrada Córdova
M. Sc. INGENIERO EN GEOTECNIA
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 38872

Resultados finales basadas en Chimbo (2017), adherida en las NTP 339.128, MTC E 107, C.E 010(NTP 339.129-339.134-339.135)

Anexo: Resultados de Laboratorio Características de las UAE.

Tabla 58: Ensayos de variación dimensional Grupo 1-7 días (anexos).



INGEOPLESA
CONSTRUCCIONES Y CONTRATOS

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL
(Normas E. 020, NTP 308.613, 308.604)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO.
 TERRESTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
 UBICACION : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
 MUESTRA : ECLADRILOS COMPRIMIDOS
 N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 1
 SECTOR : ANVICORCA - VILUYO

TÉCNICO : L.A.E.P
 ING. RESPONSABLE : ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
 FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)	Ancho(mm)			Largo (mm)			Altura (mm)			H Prom			
		A1	A2	AProm	L1	L2	L3	L4	LProm	H1		H2	H3	H4
M-1	4415	123	124	123.50	248	249	249	249	248.75	102	101	98	99	100.00
M-2	4462	123	124	123.50	247	248	248	248	247.75	98	98	101	101	99.50
M-3	4559	124	123	123.50	248	248	249	249	248.50	99	98	102	103	100.50
M-4	4364	123	124	123.50	247	248	249	248	248.00	101	101	98	99	99.75
M-5	4383	124	124	124.00	248	249	249	249	248.75	102	101	99	99	100.25
M-6	4398	123	124	123.50	247	247	247	247	247.00	98	98	102	101	99.75
M-7	4362	124	123	123.50	248	248	249	248	248.25	99	98	101	101	99.75
M-8	4442	124	124	124.00	247	248	249	248	248.00	102	102	99	99	100.50
M-9	4353	124	123	123.50	249	248	249	249	248.75	99	98	102	103	100.50
M-10	4335	123	123	123.00	248	248	249	249	248.50	98	99	101	101	99.75
		A =		123.55	L =		248.50	H =		100.00	H nominal		100	
		A =		125	L =		249.23	H =		100.00	H nominal		100.0	
		A =		98.8	L =		99.3	H =		100.0	H nominal		100.0	



ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
SPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

De acuerdo al dimensionamiento del grupo 1 – parámetros 7 días de secado y curado no contiene una anomalía alta según la NTP E070. 339.604 – 339613

(2) Según el promedio de ancho es 2.2mm, largo de 1.7 y altura de 0mm ninguno pasa los 10 mm, por ende, es aceptable la unidad.

Tabla 59: Ensayos de alabeo Grupo 1-7 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ALAVEO
Normas E. 070, NTP 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : **07 DIAS - GRUPO 1**
SECTOR : AYONCORRA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.
ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
	mm	Característica	mm	Característica	mm	Característica	mm	Característica
M - 1	0.75	cóncavo	0.25	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo
M - 2	0	-	0	-	0	-	0	-
M - 3	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo
M - 4	0	-	0.75	convexo	0	-	0	-
M - 5	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 6	0	-	0.25	cóncavo	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 7	0.5	cóncavo	0	-	0	-	0.5	cóncavo
M - 8	0.25	cóncavo	0.75	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo
M - 9	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo
M - 10	0	-	0.25	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo
PROMEDIO	cóncavo	0.50	cóncavo	0.39	cóncavo	0.25	cóncavo	0.41
	convexo	-	convexo	0.75	convexo	-	convexo	-

Ing. J. ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Como observamos según la NTP 339.604 y 339.613 la no tiene que existir deformaciones 9-12mm, y en el Grupo 1 de 7 días no existe ningún excedente, la calidad de unidades de albañilería es aceptable según el alabeo.

Tabla 60: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 1-7 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
Normas E. 070, NTP 399.613, 339.604

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 1
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.
ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Dimensiones (cm)			Area (cm ²)	Carga Maxima (kgf)	Resist. Compre. (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
M - 1	24.9	12.4	10	308.76	6596	21.4
M - 2	24.8	12.4	10	307.52	6432	20.9
M - 3	24.9	12.4	10	308.76	6712	21.7
M - 4	24.8	12.4	10	307.52	6817	22.2
M - 5	24.9	12.4	10	308.76	6345	20.5

CLASE DE UNIDAD DE ALBANILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES				RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (f _c en kg/cm ²)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (f _c en MPa)
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (mm)				
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 9	± 4	10	4.9 (59)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	5.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.9 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4.6 (50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	7.0 (70)

Resistencia a la compresion (fb)	21.3
Desviacion Estandar (σ)	0.6
Resistencia Caracteristica a la Compresion (f'c)	20.7



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 61: Ensayos de absorción Grupo 1-7 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABSORCION

Normas E. 070, NTP 399.604, 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 1
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)				A (5h)	A (24h)
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)	%	%
M - 6	4398	4278	4836	4856	13.0%	13.5%
M - 7	4362	4256	4825	4828	13.4%	13.4%
M - 8	4442	4335	4909	4911	13.2%	13.3%
M - 9	4353	4266	4848	4850	13.6%	13.7%
M - 10	4335	4220	4865	4877	15.3%	15.6%
				Promedio	13.7%	13.9%

NOTA: La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22% (Normas NTP 399.613)



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 62: Ensayos de variación dimensional Grupo 1-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECÁNICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

(Normas E. 070, NTP 399.613, 399.604)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

"EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE PUNO"

PROYECTO :
TESISTA :
UBICACIÓN :
MUESTRA :
N° DE DIAS :
SECTOR :

TECNICO :
ING. RESPONSABLE :
FECHA :

Especimen	Peso (gr)	Ancho(mm)				Largo (mm)				Altura (mm)				L nominal	H nominal
		A1	A2	A prom	AProm	L1	L2	L3	L4	LProm	H1	H2	H3		
M-1	4584	124	125	124.50	124.50	250	250	249	249	249.50	102	101	104	104	102.75
M-2	4313	124	124	124.00	124.00	242	249	249	249	247.25	98	98	100	100	99.00
M-3	4414	124	124	124.00	124.00	249	249	248	249	248.75	102	103	100	100	101.25
M-4	4360	124	124	124.00	124.00	249	249	249	249	249.00	100	100	101	101	100.50
M-5	3898	125	124	124.50	124.50	249	249	250	249	249.25	99	98	100	99	99.00
M-6	4329	123	124	123.50	123.50	248	248	249	249	248.50	100	100	103	103	101.50
M-7	4395	124	124	124.00	124.00	248	249	249	249	248.75	100	100	103	102	101.25
M-8	4417	124	124	124.00	124.00	249	249	249	250	249.25	99	98	103	103	100.75
M-9	4355	124	125	124.50	124.50	250	249	249	249	249.25	102	101	102	101	101.50
M-10	4145	125	124	124.50	124.50	248	248	249	249	248.50	98	98	100	101	99.25
		A =		124.15		L =		248.80			H =		100.50		
		A nominal		125		L nominal		250			H nominal		100		
		A =		99.3		L =		99.5			H =		100.5		

ING. JUAN ESCOBEDO ARIZACA
C.I.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

De acuerdo al dimensionamiento del grupo 1 – parámetros 21 días de secado y curado no contiene una anomalía alta según la NTP E070. 339.604 – 339613. Según el promedio de ancho es 0.7 mm, largo de 05 y altura -0.5 mm ninguno pasa los 10 mm, por ende, es aceptable la unidad.

Tabla 63: Ensayos de alabeo Grupo 1-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ALABEO

Normas E. 070, NTP 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE PUNO".

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS

N° DE DIAS : 21 DIAS - GRUPO 1

SECTOR : AYONCORA -

TECNICO : L.A.E.P.

ASIST. GEOTECNIA

ING. Resp. : J.E.A.

FECHA 17 de agosto de 2021

Especimen	VILUYO Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
	Valor	Forma	Valor	Forma	Valor	Forma	Valor	Forma
M - 1	0	-	1	cóncavo	0.5	cóncavo	1	cóncavo
M - 2	1	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo	0	-
M - 3	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.75	cóncavo
M - 4	0.25	cóncavo	0.25	cóncavo	0	-	0	-
M - 5	0.5	cóncavo	0.25	-	0	-	0	-
M - 6	0.75	cóncavo	0.25	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo
M - 7	0.25	cóncavo	0.25	cóncavo	1	cóncavo	0.25	cóncavo
M - 8	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0	-
M - 9	0.25	convexo	0.75	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo
M - 10	0.5	convexo	0.25	cóncavo	0.5	convexo	0.25	cóncavo
PROMEDIO	cóncavo	0.41	cóncavo	0.33	cóncavo	0.58	cóncavo	0.50
	convexo	0.375	convexo	-	convexo	0.50	convexo	-



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Como observamos según la NTP 339.604 y 339.613 la no tiene que existir deformaciones 9-12mm, y en el Grupo 1 de 21 días no existe ningún excedente el máximo valor es convexo 0.75mm, la calidad de unidades de albañilería es aceptable según el alabeo.

Tabla 64: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 1-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Normas E. 070, NTP 399.613, 339.604

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 21 DIAS - GRUPO 1
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.
ASIST. GEOTECNIA :
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Dimensiones (cm)			Area (cm ²)	Carga Maxima (kgf)	Resist. Compre. (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
M - 6	24.9	12.4	10.2	308.76	10424	33.8
M - 7	24.9	12.4	10.1	308.76	10205	33.1
M - 8	24.9	12.4	10.1	308.76	10328	33.4
M - 9	24.9	12.5	10.2	311.25	10484	33.7
M - 10	24.9	12.5	9.9	311.25	10396	33.4

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION			ALABEO (en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (f _{ck} en MPa o kg/cm ²)
	Max. de 100 mm	Max. de 150 mm	Max. de 200 mm		
Ladrillo I	± 8	± 9	± 4	12	4.9 (35)
Ladrillo II	± 7	± 8	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 2	2	17.8 (180)
Bloque P ¹⁰	± 2	± 3	± 2	2	4.9 (35)
Bloque NP ¹⁰	± 2	± 3	± 4	8	2.0 (20)

Resistencia a la compresion (fb)		33.5
Desviacion Estandar (σ)		0.3
Resistencia Caracteristica a la Compresion (f'b)		33.2

Ing. JULIO ESCOBEDOARIZACA
CIF: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 65: Ensayos de absorción Grupo 1-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABSORCION

Normas E. 070, NTP 399.604, 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 21 DIAS - GRUPO 1
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

ASIST. GEOTECNIA :
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)				A (5h)	A (24h)
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)	%	%
M - 1	4584	4537	5199	5199	14.5%	14.6%
M - 2	4313	4290	4899	4928	14.2%	14.9%
M - 3	4414	4371	4986	5011	14.1%	14.6%
M - 4	4360	4323	4956	4976	14.6%	15.1%
M - 5	3898	3875	4429	4451	14.3%	14.9%
Promedio					14.3%	14.8%

NOTA: La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22% (Normas NTP 399.613)

Ing. JULIO ESCOBEDOARIZACA
CIF: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 66: Ensayos de variación dimensional Grupo 1-28 días (anexos).



INGEOPLESQA
CONSTRUCCION Y CONSTRUCTIVA

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

(Normas E. 070, NTP 399.513, 399.504)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO;

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACION : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILOS COMPRIMIDOS

N° DE DIAS : 28 DIAS - GRUPO 1

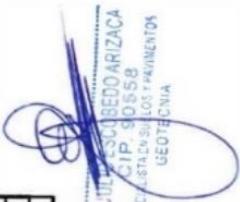
SECTOR : AVONCORA - VILUVO

TÉCNICO : L.A.E.P.

ING. RESPONSABLE : ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA

FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)	Ancho(mm)			Largo (mm)				Altura (mm)				HProm	
		A1	A2	AProm	L1	L2	L3	L4	LProm	H1	H2	H3		H4
M-1	4152	124	125	124.50	249	248	248	249	248.50	100	101	99	99	99.75
M-2	4302	123	124	123.50	248	248	248	248	248.00	100	100	98	98	99.00
M-3	4307	125	125	125.00	248	249	248	248	248.25	100	100	99	99	99.50
M-4	4738	124	124	124.00	248	249	249	248	248.50	101	102	104	103	102.50
M-5	4330	125	124	124.50	249	250	249	249	249.25	102	103	99	100	101.00
M-6	4121	124	124	124.00	249	245	245	249	247.00	101	101	100	100	100.50
M-7	4397	125	124	124.50	249	250	250	249	249.50	102	103	100	99	101.00
M-8	4065	124	124	124.00	248	248	249	248	248.25	101	101	98	98	99.50
M-9	4339	124	124	124.00	244	249	249	245	246.75	102	103	100	99	101.00
M-10	4261	123	124	123.50	249	249	249	248	248.75	98	98	100	101	99.25
		A =		124.15				L =	248.28				H =	100.35
		A nominal		125				L nominal	250				H nominal	100
		A =		99.3				L =	99.3				H =	100.4



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

De acuerdo al dimensionamiento del grupo 1 – parámetros 28 días de secado y curado no contiene una anomalía alta según la NTP E070, 339.604 – 339.613. Según el promedio de ancho es 0.7 mm, largo de 0.7 y altura de -0.4 mm ninguno pasa los 10 mm, por ende, es aceptable la unidad.



Tabla 67: Ensayos de alabeo Grupo 1-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ALABEO

Normas E. 070, NTP 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS

N° DE DIAS : 28 DIAS - GRUPO 1

SECTOR : AYONCORO - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.

ASIST. GEOTECNIA

ING. Resp. : J.E.A.

FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
	Valor	Forma	Valor	Forma	Valor	Forma	Valor	Forma
M - 1	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-
M - 2	0	-	0.25	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo
M - 3	0.5	cóncavo	0	-	0.75	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 4	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 5	0.25	cóncavo	0	-	0.1	cóncavo	0	-
M - 6	0.25	cóncavo	0.75	convexo	0.25	cóncavo	0	-
M - 7	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0.75	cóncavo	0.25	cóncavo
M - 8	0	-	1	convexo	0	-	0.25	convexo
M - 9	1	cóncavo	0.5	cóncavo	0.75	cóncavo	0	-
M - 10	0	-	1	convexo	0	-	0	-
PROMEDIO	cóncavo	0.46	cóncavo	0.40	cóncavo	0.48	cóncavo	0.44
	convexo	-	convexo	0.92	convexo	-	convexo	0.25



Como observamos según la NTP 339.604 y 339.613 la no tiene que existir deformaciones 9-12mm, y en el Grupo 1 de 28 días no existe ningún excedente el máximo valor es convexo 0.92 mm, excede el promedio cual se originó sor el secado en una superficie deforme, la calidad de unidades de albañilería continúa siendo aceptable según el alabeo.

Tabla 68: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 1-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Normas E. 070, NTP 399.613, 339.604

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
 TESISISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
 MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
 N° DE DIAS : 28 DIAS - GRUPO 1
 SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.
 ASIST. GEOTECNIA :
 ING. Resp. : J.E.A.
 FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Dimensiones (cm)			Area (cm ²)	Carga Maxima (kgf)	Resist. Compre. (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
M - 6	24.7	12.4	10	306.28	19432	63.4
M - 7	25	12.5	10	312.50	19378	62.0
M - 8	24.8	12.4	10	307.52	19291	62.7
M - 9	24.7	12.4	10	306.28	19214	62.7
M - 10	24.9	12.4	10	308.76	19468	63.1
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES						
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (mm)		ALABEO (mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (kg/cm ²)		
	Hasta 150 mm	Max de 150 mm		f _{cd} (kg/cm ²)		
Ladrillo I	± 0.5	± 0.5	± 4	10	4.9 (90)	Resistencia a la compresion (fb) Desviacion Estan σ_r (%) Resistencia Caracteristica a la Compresion (f' b)
Ladrillo II	± 0.7	± 0.5	± 3	8	6.9 (107)	
Ladrillo III	± 0.5	± 0.5	± 3	6	9.3 (135)	
Ladrillo IV	± 0.4	± 0.3	± 2	4	12.7 (183)	
Ladrillo V	± 0.3	± 0.2	± 1	2	17.6 (253)	
Bloque P. I	± 0.4	± 0.3	± 2	4	4.9 (50)	62.8
Bloque NP I	± 0.2	± 0.2	± 1	2	2.0 (20)	0.5
						62.3

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.I.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 69: Ensayos de absorción Grupo 1-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABSORCION

Normas E. 070, NTP 399.604, 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
 TESISISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
 MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
 N° DE DIAS : 28 DIAS - GRUPO 1
 SECTOR : AYONCORA - VILUYO

ASIST. GEOTECNIA :
 ING. Resp. : J.E.A.
 FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)				A (5h)	A (24h)
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)	%	%
M - 1	4152	4134	4761	4773	15.2%	15.5%
M - 2	4302	4287	4928	4934	15.0%	15.1%
M - 3	4307	4291	4940	4946	15.1%	15.3%
M - 4	4738	4718	5448	5458	15.5%	15.7%
M - 5	4330	4315	4983	5001	15.5%	15.9%
				Promedio	15.2%	15.5%

NOTA: La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22% (Normas NTP 399.613)

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.I.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 70: Ensayos de variación dimensional Grupo 2-7 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

(Normas E.070, NTP 399.613, 399.604)

LABORATORIO TECNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUÑO"

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

TÉCNICO : LAEP

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACAN, PROV. PUÑO - PUÑO

ING. RESPONSABLE : ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA

MUESTRA : ECOLADRILOS COMPRESIDOS

N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 2

FECHA : 17 de agosto de 2021

SECTOR : AYACUCHA - VILUYO

Especimen	Peso (gr)	Ancho(mm)			Largo (mm)						Altura (mm)				
		A1	A2	A Prom	L1	L2	L3	L4	L Prom	H1	H2	H3	H4	H Prom	
M-1	4420	124	124	124.00	249	249	249	249	249.00	100	100	98	99	99.25	
M-2	4466	123	124	123.50	248	248	249	248	248.25	99	98	101	101	99.75	
M-3	4561	124	123	123.50	249	248	249	249	248.75	100	98	101	100	99.75	
M-4	4364	123	124	123.50	248	248	249	248	248.25	101	101	98	99	99.75	
M-5	4380	125	124	124.50	248	249	249	249	248.75	100	100	99	99	99.50	
M-6	4396	124	124	124.00	247	247	247	247	247.00	98	99	102	101	100.00	
M-7	4360	124	123	123.50	248	248	249	248	248.25	99	98	101	101	99.75	
M-8	4444	124	124	124.00	247	248	249	248	248.00	102	102	99	99	100.50	
M-9	4355	124	123	123.50	249	248	249	249	248.75	99	98	102	103	100.50	
M-10	4333	123	124	123.50	249	248	249	249	248.75	100	99	101	101	100.25	
		A =		123.75	L =						248.38	H =			
		A nominal		125	L nominal						250	H nominal			
		A =		99.0	L =						99.4	H =			
												99.60			
												100			
												99.6			



De acuerdo al dimensionamiento del grupo 2 – parámetros 7 días de secado y curado no contiene una anomalía alta según la NTP E070. 339.604 – 339.613. Según el promedio de ancho es 0.1mm, largo de 0.6 mm y altura de 0.4 mm ninguno pasa los 10 mm, por ende, es aceptable la unidad.

Tabla 71: Ensayos de alabeo Grupo 2-7 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ALAVEO

Normas E. 070, NTP 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 2
SECTOR : AYONCORRA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.
ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
M - 1	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo
M - 2	0	-	0	-	0	-	0	-
M - 3	0.25	cóncavo	1	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo
M - 4	0	-	0.5	convexo	0	-	0	-
M - 5	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	1	cóncavo	0.75	cóncavo
M - 6	0	-	1	cóncavo	0.5	cóncavo	0.75	cóncavo
M - 7	1	cóncavo	0	-	0	-	0.5	cóncavo
M - 8	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo
M - 9	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo	0.25	cóncavo	0.25	cóncavo
M - 10	0	-	0.25	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo
PROMEDIO	cóncavo	0.50	cóncavo	0.57	cóncavo	0.35	cóncavo	0.50
	convexo	-	convexo	0.5	convexo	-	convexo	-

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Como observamos según la NTP 339.604 y 339.613 la no tiene que existir deformaciones 9-12mm, y en el Grupo 2 de 7 días no existe ningún excedente el máximo valor es cóncavo 057mm, la calidad de unidades de albañilería es aceptable según el alabeo.

Tabla 72: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 2-7 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
Normas E. 070, NTP 399.613, 339.604

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 2
SECTOR : AYONCORO - VILUYO
TECNICO : L.A.E.P.
ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Dimensiones (cm)			Area (cm ²)	Carga Maxima (kgf)	Resist. Compre. (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
M - 1	24.9	12.4	10	308.76	6056	19.6
M - 2	24.8	12.4	10	307.52	6098	19.8
M - 3	24.9	12.4	10	308.76	6133	19.9
M - 4	24.8	12.4	10	307.52	6223	20.2
M - 5	24.9	12.5	10	311.25	6042	19.4

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES				RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (f _{cd}) en MPa	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (f _{cd}) en MPa
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (mm)		ALABEO (mm)		
	Max. de 150 mm	Hasta 150 mm	Max. de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	8.0 (50)
Ladrillo II	± 7	± 5	± 4	8	6.5 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	5.1 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (150)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque 2 ^m	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP ^m	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

Resistencia a la compresion (fb)	19.8
Desviacion Estandar (σ)	0.3
Resistencia Caracteristica a la Compresion (f _b)	19.5



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 73: Ensayos de absorción Grupo 2-7 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABSORCION

Normas E. 070, NTP 399.604, 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 2
SECTOR : AYONCORO - VILUYO
ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)				A (5h)	A (24h)
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)	%	%
M - 6	4396	4280	4836	4852	13.0%	13.4%
M - 7	4360	4257	4825	4830	13.3%	13.5%
M - 8	4444	4263	4902	4912	15.0%	15.2%
M - 9	4355	4263	4848	4851	13.7%	13.8%
M - 10	4333	4223	4863	4876	15.2%	15.5%
				Promedio	14.0%	14.3%

NOTA: La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22% (Normas NTP 399.613)



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 74: Ensayos de variación dimensional Grupo 2-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

[Normas: E. 070, NTP 399.613, 399.604]

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUÑO"

TERCISTA : GUADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACION : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUÑO - PUÑO

MUESTRA : ECOLABRILLOS COMPRIMIDOS

N° DE OMS : 21 DIAS - GRUPO 2

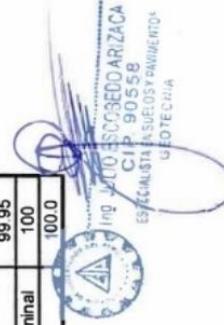
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P

ING. RESPONSABLE : ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA

FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)	Ancho (mm)			Largo (mm)			Altura (mm)							
		A1	A2	AProm	L1	L2	L3	L4	LProm	H1	H2	H3	H4	HProm	
M-1	4580	124	124	124.00	249	250	249	249	249.25	101	101	102	100	101.00	
M-2	4317	124.5	124	124.25	248	248	249	249	248.50	99	99	100	100	99.50	
M-3	4416	125	124	124.50	249	249	249	249	249.00	100	100	101	100	100.25	
M-4	4356	124	123	123.50	250	249	249	249	249.25	99	99	100	101	99.75	
M-5	3893	125	124	124.50	249	249	248	249	248.75	99	99	100	99	99.25	
M-6	4333	124	124	124.00	248	249	249	249	248.75	100	100	101	98	99.25	
M-7	4398	123	124	123.50	249	249	249	249	249.00	100	100	101	102	100.75	
M-8	4426	124	124	124.00	250	249	249	250	249.50	101	99	102	103	101.25	
M-9	4363	124.5	125	124.75	250	249	250	249	249.50	100	101	101	100	100.50	
M-10	4184	124	124	124.00	249	248	249	249	248.75	99	99	100	101	99.75	
		A =	124.10						L =	249.03				H =	99.95
		A nominal	125						L nominal	250				H nominal	100
		A =	99.3						L =	99.6				H =	100.0



De acuerdo al dimensionamiento del grupo 2 – parámetros 21 días de secado y curado no contiene una anomalía alta según la NTP E070. 339.604 – 339613. Según el promedio de ancho es 0.7 mm, largo de 0.4 y altura de 0mm ninguno pasa los 10 mm, por ende, es aceptable la unidad.

Tabla 75: Ensayos de alabeo Grupo 2-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ALABEO

Normas E. 070, NTP 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS

Nº DE DIAS : 21 DIAS - GRUPO 2

SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.

ASIST. GEOTECNIA

ING. Resp. : J.E.A.

FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
M - 1	0	-	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0.75	cóncavo
M - 2	0.5	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo	0	-
M - 3	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 4	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo
M - 5	1	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0	-
M - 6	1	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo
M - 7	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo	1	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 8	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-
M - 9	0.25	convexo	0.5	cóncavo	0	-	0.75	cóncavo
M - 10	0.5	convexo	0.25	cóncavo	0.5	convexo	0.5	cóncavo
PROMEDIO	cóncavo	0.50	cóncavo	0.38	cóncavo	0.50	cóncavo	0.50
	convexo	0.375	convexo	-	convexo	0.50	convexo	



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Como observamos según la NTP 339.604 y 339.613 la no tiene que existir deformaciones 9-12mm, y en el Grupo 2 de 21 días no existe ningún excedente el máximo valor es cóncavo 0.50mm, la calidad de unidades de albañilería es aceptable según el alabeo.

Tabla 76: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 2-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
Normas E. 070, NTP 399.613, 339.604

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 21 DIAS - GRUPO 2
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.
ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Dimensiones (cm)			Area (cm ²)	Carga Maxima (kgf)	Resist. Compre. (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
M - 6	24.9	12.4	9.9	308.76	10124	32.8
M - 7	24.9	12.4	10.1	308.76	10095	32.7
M - 8	24.9	12.5	10.1	311.25	10006	32.1
M - 9	24.9	12.4	10.1	308.76	10112	32.8
M - 10	24.9	12.5	9.9	311.25	10084	32.4

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIONES DE LA DIMENSION			ALABEO (mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (kg/cm ²)
	Max. de 100 mm	Max. de 150 mm	Max. de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.2 (20)
Ladrillo II	± 7	± 5	± 4	8	6.7 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque 9 m	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (20)
Bloque 10 m	± 7	± 5	± 4	8	2.6 (20)

Resistencia a la compresion (fb)	32.6
Desviacion Estandar (σ)	0.3
Resistencia Caracteristica a la Compresion (F'b)	32.3

Ing. J. ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 77: Ensayos de absorción Grupo 2-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABSORCION

Normas E. 070, NTP 399.604, 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 21 DIAS - GRUPO 2
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)				A (5h)		A (24h)	
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)	%	%	%	
M - 1	4580	4539	5196	5204	14.5%		14.7%	
M - 2	4317	4286	4892	4926	14.1%		14.9%	
M - 3	4416	4361	4981	5013	14.2%		15.0%	
M - 4	4356	4321	4950	4972	14.6%		15.1%	
M - 5	3893	3881	4432	4456	14.2%		14.8%	
				Promedio	14.3%		14.9%	

NOTA: La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22% (Normas NTP 399.604)

Ing. J. ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 78: Ensayos de variación dimensional Grupo 2-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECÁNICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

(Normas E. 070, NTP 339.613, 395.604)

LABORATORIO RECARGA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑERÍA EN LA CIUDAD DE PUNO*

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILOS COMPRIMIDOS

Nº DE DÍAS : 28 DÍAS - GRUPO 2

SECTOR : AYACUCHA - VILUYO

TÉCNICO : LA.E.P.

ING. RESPONSABLE : ING. JULIO ESCOBEDO ARZACA

FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)	Ancho(mm)			Largo (mm)					Altura (mm)				
		A1	A2	AProm	L1	L2	L3	L4	LProm	H1	H2	H3	H4	HProm
M-1	4154	124.5	124	124.25	249	249	248	249	248.75	99	100	100	99	99.50
M-2	4308	124	124	124.00	249	249	249	249	248.75	100	99	99	99	99.25
M-3	4314	124	125	124.50	249	249	248	248	248.50	101	100	100	99	100.00
M-4	4742	124.5	124	124.25	248	248	248	248	248.25	100	100	101	101	100.50
M-5	4325	125	124.5	124.75	249	250	249	249	249.25	99	98	98	99	98.50
M-6	4256	124	124	124.00	249	245	245	249	247.00	100	101	99	99	99.75
M-7	4362	123	124	123.50	250	250	250	249	249.50	101	100	102	101	101.00
M-8	4058	124.5	124	124.25	250	250	249	249	249.50	99	99	98	98	98.50
M-9	4341	123	124.5	123.75	248	249	249	249	248.75	100	101	100	100	100.25
M-10	4326	124	124	124.00	250	249	248	248	248.75	101	100	99	99	99.75
		A =		124.13					L =					H =
		A nominal		125					L nominal					H nominal
		A =		99.3					L =					H =
														99.6



De acuerdo al dimensionamiento del grupo 2 – parámetros 28 días de secado y curado no contiene una anomalía alta según la NTP E070, 339.604 – 339.613. Según el promedio de ancho es 0.7 mm, largo de 0.5 y altura de 0.4 mm ninguno pasa los 10 mm, por ende, es aceptable la unidad.

Tabla 79: Ensayos de variación dimensional Grupo 2-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ALAVEO

Normas E. 070, NTP 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS

N° DE DIAS : 28 DIAS - GRUPO 2

SECTOR : AYONCORRA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.

ASIST. GEOTECNIA

ING. Resp. : J.E.A.

FECHA 17 de agosto de 2021

Especimen	Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
M - 1	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0.75	cóncavo	0	-
M - 2	0	-	0.75	cóncavo	0	-	0.75	cóncavo
M - 3	0.25	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo	0.75	cóncavo
M - 4	0.75	cóncavo	1	cóncavo	0.75	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 5	1	cóncavo	0.25	cóncavo	1	cóncavo	0.75	cóncavo
M - 6	0.75	cóncavo	0.5	convexo	0.5	cóncavo	0	-
M - 7	0.75	cóncavo	0.25	cóncavo	0.75	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 8	0	-	1	convexo	0	-	0.25	convexo
M - 9	1	cóncavo	0.5	cóncavo	1	cóncavo	0	-
M - 10	0.5	cóncavo	0.75	convexo	0	-	0	-
PROMEDIO	cóncavo	0.66	cóncavo	0.54	cóncavo	0.75	cóncavo	0.65
	convexo	-	convexo	0.75	convexo	-	convexo	0.25



Como observamos según la NTP 339.604 y 339.613 la no tiene que existir deformaciones 9-12mm, y en el Grupo 2 de 28 días no existe ningún excedente el máximo valor es convexo 0.75mm, la calidad de unidades de albañilería es aceptable según el alabeo.

Tabla 80: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 2-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
Normas E. 070, NTP 399.613, 339.604

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 28 DIAS - GRUPO 2
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.
ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Dimensiones (cm)			Area (cm ²)	Carga Maxima (kgf)	Resist. Compre. (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
M - 6	24.7	12.4	10	306.28	18965	61.9
M - 7	25	12.5	10.1	312.50	18896	60.5
M - 8	25	12.4	9.9	310.00	18814	60.7
M - 9	24.9	12.4	10	308.76	18556	60.1
M - 10	24.9	12.4	10	308.76	18769	60.8

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES				RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (Kg/cm ²)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (Kg/cm ²)
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (mm)	ALABEC (mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (Kg/cm ²)		
Ladrillo I	± 0.5	± 0.5	± 3	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 0.5	± 0.5	± 4	8	5.0 (50)
Ladrillo III	± 0.5	± 0.5	± 3	6	5.3 (50)
Ladrillo IV	± 0.5	± 0.5	± 2	4	5.7 (50)
Ladrillo V	± 0.5	± 0.5	± 1	2	5.8 (50)
Bloque A	± 0.5	± 0.5	± 2	4	4.0 (50)
Bloque NP	± 0.5	± 0.5	± 4	8	2.0 (20)

Resistencia a la compresion (fb)		60.8
Desviacion Estandar (σ)		0.7
Resistencia Caracteristica a la Compresion (f'b)		60.1



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 81: Ensayos de absorción Grupo 2-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABSORCION

Normas E. 070, NTP 399.604, 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 28 DIAS - GRUPO 2
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)				A (5h)		A (24h)	
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)	%	%	%	
M - 1	4154	4130	4759	4778	15.2%		15.7%	
M - 2	4308	4276	4932	4941	15.3%		15.6%	
M - 3	4314	4296	4944	4956	15.1%		15.4%	
M - 4	4742	4724	5441	5453	15.2%		15.4%	
M - 5	4325	4309	4988	4998	15.8%		16.0%	
Promedio					15.3%		15.6%	

NOTA: La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22% (Normas NTP 399.613)



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
C.P. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 82: Ensayos de variación dimensional Grupo 3-7 días (anexos).

Especimen	Peso (gr)	Ancho(mm)			Largo (mm)			Altura (mm)						
		A1	A2	Aprom	L1	L2	L3	L4	LProm	H1	H2	H3	H4	HProm
M-1	4422	124.5	124	124.25	249	249	249	249	249.00	99	100	99	101	99.25
M-2	4461	125	124	124.50	248	249	248	248	248.25	99	98	100	101	99.50
M-3	4562	123	124	123.50	248	248	249	249	248.50	100	99	101	100	100.00
M-4	4358	124	124	124.00	249	248	249	248	248.50	100	101	99	99	99.75
M-5	4383	124	124.5	124.25	248	249	249	249	248.75	101	101	99	100	100.25
M-6	4396	124	124	124.00	248	248	249	247	248.00	100	98	101	100	99.75
M-7	4358	124	123	123.50	249	248	248	248	248.25	100	99	101	101	100.25
M-8	4442	124	124	124.00	249	248	249	248	248.50	100	101	99	99	99.75
M-9	4362	123	123	123.00	248	248	249	249	248.50	98	99	102	102	100.25
M-10	4341	124	123.5	123.75	248	249	249	249	248.75	99	98	100	101	99.50
		A =		123.88				L =	248.50				H =	99.75
		A nominal		125				L nominal	250				H nominal	100
		A =		99.1				L =	99.4				H =	99.8

LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

(Normas E. 070, NTP 398.613, 398.604)
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : EVALUACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO*
TERMINA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACION : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 3
SECTOR : AYACORCA - VILUYO

TÉCNICO : LAEP
ING. RESPONSABLE : ING. JULIO ESCOBEDO ARZACA

FECHA : 17 de agosto de 2021

Ing. JULIO ESCOBEDO ARZACA
C.I.F. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

De acuerdo al dimensionamiento del grupo 3 – parámetros 7 días de secado y curado no contiene una anomalía alta según la NTP E070. 339.604 – 339.613. Según el promedio de ancho es 0.9 mm, largo de 0.6 mm y altura de 0.2 mm ninguno pasa los 10 mm. por ende, es aceptable la unidad.

Tabla 83: Ensayos de alabeo Grupo 3-7 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ALAVEO

Normas E. 070, NTP 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS

N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 3

SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.

ASIST. GEOTECNIA

ING. Resp. : J.E.A.

FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
	Valor	Forma	Valor	Forma	Valor	Forma	Valor	Forma
M - 1	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo
M - 2	0	-	0	-	0	-	0	-
M - 3	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo
M - 4	0	-	1	convexo	0	-	0	-
M - 5	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo	0.25	cóncavo	0.25	cóncavo
M - 6	0	-	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 7	0.25	cóncavo	0	-	0	-	0.25	cóncavo
M - 8	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 9	1	cóncavo	0.5	cóncavo	0.75	cóncavo	0.25	cóncavo
M - 10	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo
PROMEDIO	cóncavo	0.43	cóncavo	0.46	cóncavo	0.35	cóncavo	0.38
	convexo	-	convexo	1	convexo	-	convexo	-

Ing. GLADYS ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Como observamos según la NTP 339.604 y 339.613 la no tiene que existir deformaciones 9-12mm, y en el Grupo 3 de 7 días no existe ningún excedente el máximo valor es cóncavo 0.43mm, la calidad de unidades de albañilería es aceptable según el alabeo.

Tabla 84: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 3-7 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
Normas E. 070, NTP 399.613, 339.604

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 3
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.
ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Dimensiones (cm)			Area (cm ²)	Carga Maxima (kgf)	Resist. Compre. (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
M - 1	25	12.4	9.9	310.00	5520	17.8
M - 2	24.8	12.5	10	310.00	5362	17.3
M - 3	24.9	12.4	10	308.76	5497	17.8
M - 4	24.9	12.4	10	308.76	5610	18.2
M - 5	24.9	12.4	10	308.76	5432	17.6

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (en MPa)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (en Kg/cm ²)
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (en mm)		ALABEO (en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (en MPa)		
Ladrillo I	± 6	± 5	± 4	10	4.9 (100)	
Ladrillo II	± 7	± 5	± 4	8	9.3 (200)	
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (200)	
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)	
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)	
Bloque P ¹	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (100)	
Bloque NP ¹	± 7	± 5	± 4	8	2.0 (20)	

Resistencia a la compresion (fb)	17.7
Desviacion Estandar (σ)	0.3
Resistencia Caracteristica a la Compresion (f'b)	17.5

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 85: Ensayos de absorción Grupo 3-7 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABSORCION

Normas E. 070, NTP 399.604, 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 07 DIAS - GRUPO 3
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

ASIST. GEOTECNIA
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)				A (5h)	A (24h)
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)	%	%
M - 6	4396	4279	4839	4859	13.1%	13.6%
M - 7	4358	4250	4828	4829	13.6%	13.6%
M - 8	4442	4338	4911	4913	13.2%	13.3%
M - 9	4362	4270	4853	4856	13.7%	13.7%
M - 10	4341	4224	4871	4889	15.3%	15.7%
				Promedio	13.8%	14.0%

NOTA: La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22% (Normas NTP 399.613)

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 86: Ensayos de variación dimensional Grupo 3-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VARIACION DIMENCIONAL

(Normas E. 070, NTP 399.613, 395.624)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE PUÑO*

TESISTA : GUADY S DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUÑO - PUÑO

MUESTRA : ECLOADRILLOS COMPRIMIDOS

Nº DE DÍAS : 21 DÍAS - GRUPO 3

SECTOR : ATONCORA - VILUYO

TÉCNICO : I.A.S.P.

ING. RESPONSABLE : ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA

FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)	Ancho(mm)			Largo (mm)			Altura (mm)			HProm			
		A1	A2	AProm	L1	L2	L3	L4	LProm	H1		H2	H3	H4
M-1	4579	124.5	124	124.25	248	249	249	249	248.75	100	100	100	99	99.75
M-2	4309	124	124	124.00	249	250	249	249	249.25	99	99	101	100	99.75
M-3	4416	124.5	124	124.25	249	249	250	249	249.25	101	100	100	100	100.25
M-4	4364	124.5	125	124.75	250	250	249	249	249.50	99	100	99	98	99.00
M-5	3916	125	124.5	124.75	249	249	249	249	249.00	98	99	101	102	100.00
M-6	4316	124	124	124.00	249	249	249	249	249.00	101	100	102	100	100.75
M-7	4389	124	124.5	124.25	249	249	248	249	248.75	100	100	99	98	99.25
M-8	4468	123	124	123.50	249	249	250	250	249.50	99	98	100	101	99.50
M-9	4362	124	124	124.00	248	249	250	249	249.00	100	100	100	99	99.75
M-10	4126	124	123	123.50	249	248	249	248	248.50	101	101	100	101	100.75
		A =		124.13	L =		249.05	H =		99.75		H nominal		100
		A =		125	L =		250	H =		99.8		H nominal		100
		A =		99.3	L =		99.6	H =		99.8		H nominal		100



De acuerdo al dimensionamiento del grupo 3 – parámetros 21 días de secado y curado no contiene una anomalía alta según la NTP E070. 339.604 – 339613. Según el promedio de ancho es 0.7 mm, largo de 0.4mm y altura de 0.2mm ninguno pasa los 10 mm, por ende, es aceptable la unidad.

Tabla 87: Ensayos de alabeo Grupo 3-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ALAVEO

Normas E. 070, NTP 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
 TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
 UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
 MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
 N° DE DIAS : **21 DIAS - GRUPO 3**
 SECTOR : AYONCORRA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.
 ASIST. GEOTECNA
 ING. Resp. : J.E.A.
 FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
	mm	Característica	mm	Característica	mm	Característica	mm	Característica
M - 1	0.5	cóncavo	0.75	cóncavo	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo
M - 2	0.5	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo	0.25	cóncavo
M - 3	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 4	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo	0.75	cóncavo	0	-
M - 5	0.25	cóncavo	0.25	cóncavo	0	-	0	-
M - 6	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0.5	cóncavo
M - 7	0.75	cóncavo	0.75	cóncavo	0.25	cóncavo	0.5	cóncavo
M - 8	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0	-	0	-
M - 9	0.75	convexo	0.25	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo
M - 10	0.25	convexo	0.25	cóncavo	0.75	convexo	0.25	cóncavo
PROMEDIO	cóncavo	0.47	cóncavo	0.40	cóncavo	0.45	cóncavo	0.36
	convexo	0.5	convexo	-	convexo	0.75	convexo	-

Como observamos según la NTP 339.604 y 339.613 la no tiene que existir deformaciones 9-12mm, y en el Grupo 3 de 21 días no existe ningún excedente el máximo valor es convexo 0.75mm, la calidad de unidades de albañilería es aceptable según el alabeo.

Tabla 88: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 3-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Normas E. 070, NTP 399.613, 339.604

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS

N° DE DIAS : 21 DIAS - GRUPO 3

SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.

ASIST. GEOTECNIA

ING. Resp. : J.E.A.

FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Dimensiones (cm)			Area (cm ²)	Carga Maxima (kgf)	Resist. Compre. (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
M - 6	24.9	12.4	10.1	308.76	9534	30.9
M - 7	24.9	12.4	9.9	308.76	9126	29.6
M - 8	25	12.4	10	310.00	9689	31.3
M - 9	24.9	12.4	9.9	308.76	9413	30.5
M - 10	24.9	12.4	10	308.76	9264	30.0
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES						
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (mm)			ALABEO (mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (f _{cd}) (MPa)	
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Max. de 150 mm		(f _{cd} = f _{td} / γ _m)	
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (90)	
Ladrillo II	± 7	± 5	± 4	10	6.3 (120)	
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	5.3 (90)	
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (190)	
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (190)	
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (90)	
Bloque NP	± 2	± 6	± 4	8	2.4 (20)	
					Resistencia a la compresion (fb)	30.4
					Desviacion Estandar (σ)	0.7
					Resistencia Caracteristica a la Compresion (f'b)	29.7



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 89: Ensayos de absorción Grupo 3-21 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABSORCION

Normas E. 070, NTP 399.604, 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS

N° DE DIAS : 21 DIAS - GRUPO 3

SECTOR : AYONCORA - VILUYO

ASIST. GEOTECNIA

ING. Resp. : J.E.A.

FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)				A (5h) %	A (24h) %
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)		
M - 1	4579	4532	5198	5206	14.7%	14.9%
M - 2	4309	4284	4896	4912	14.3%	14.7%
M - 3	4416	4377	4991	5033	14.0%	15.0%
M - 4	4364	4328	4970	4976	14.8%	15.0%
M - 5	3916	3908	4476	4472	14.5%	14.4%
Promedio					14.5%	14.8%

NOTA: La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22% (Normas NTP 399.613)



Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP: 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 90: Ensayos de variación dimensional Grupo 3-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

(Normas E. 070, NTP 399.613, 399.604)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE PUNO.

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILOS COMPRIMIDOS

Nº DE DÍAS : 28 DÍAS - GRUPO 3

SECTOR : AYACUCHA - VILUYO

TECNICO : LA E P

ING. RESPONSABLE : ING. JULIO ESCOBEDO ARIZACA

FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)	Ancho(mm)			Largo (mm)					Altura (mm)				
		A1	A2	A nominal	L1	L2	L3	L4	LProm	H1	H2	H3	H4	HProm
M-1	4142	124	124	124.00	250	249	249	249	249.25	98	99	100	99	99.00
M-2	4312	124	124.5	124.25	249	249	248	249	248.75	100	101	99	98	99.50
M-3	4318	124.5	125	124.75	249	249	250	249	249.25	99	100	99	99	99.25
M-4	4724	123	124	123.50	249	249	249	248	248.75	100	100	101	101	100.50
M-5	4326	124	124	124.00	250	250	249	249	249.50	101	100	99	100	100.00
M-6	4321	124	125	124.50	248	249	248	249	248.75	99	99	100	100	99.50
M-7	4365	125	125	125.00	248	249	250	249	249.00	101	101	98	99	99.75
M-8	4123	124	123	123.50	250	249	249	248	249.00	100	100	98	98	99.00
M-9	4365	124.5	124	124.25	249	249	249	248	248.75	101	102	99	99	100.25
M-10	4269	124	124.5	124.25	250	249	250	248	249.25	99	99	100	100	99.50
		A =		124.20	L =				249.03	H =				99.65
		A nominal		125	L nominal				250	H nominal				100
		A =		99.4	L =				99.6	H =				99.7



De acuerdo al dimensionamiento del grupo 3 – parámetros 28 días de secado y curado no contiene una anomalía alta según la NTP E070. 339.604 – 339613. Según el promedio de ancho es 0.6 mm, largo de 0.4 mm y altura de 0.3 mm ninguno pasa los 10 mm, por ende, es aceptable la unidad.

Tabla 91: Ensayos de alabeo Grupo 3-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ALABEO

Normas E. 070, NTP 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".

TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR

UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO

MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS

Nº DE DIAS : 28 DIAS - GRUPO 3

SECTOR : AYONCORRA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.

ASIST. GEOTECNIA

ING. Resp. : J.E.A.

FECHA : 17 de agosto de 2021

Especimen	Cara 1 (mm)		Cara 2 (mm)		Borde 1 (mm)		Borde 2 (mm)	
M - 1	1	cóncavo	1	cóncavo	0.75	cóncavo	0.75	cóncavo
M - 2	0	-	0.75	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo
M - 3	0.25	cóncavo	0.75	cóncavo	0.5	cóncavo	0.75	cóncavo
M - 4	0.75	cóncavo	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo
M - 5	1	cóncavo	0	-	0.25	cóncavo	0	-
M - 6	0.75	cóncavo	1	convexo	0.5	cóncavo	0	-
M - 7	0.75	cóncavo	0.5	cóncavo	0.5	cóncavo	0.25	cóncavo
M - 8	1	cóncavo	0.75	convexo	0.75	cóncavo	0.5	convexo
M - 9	1	cóncavo	0.75	cóncavo	0.75	cóncavo	0.75	convexo
M - 10	0	-	1	convexo	0	-	0	-
PROMEDIO	cóncavo	0.81	cóncavo	0.70	cóncavo	0.56	cóncavo	0.45
	convexo	-	convexo	0.92	convexo	-	convexo	0.625

Como observamos según la NTP 339.604 y 339.613 la no tiene que existir deformaciones 9-12mm, y en el Grupo 3 de 28 días no existe ningún excedente el máximo valor es cóncavo 0.81mm, la calidad de unidades de albañilería es aceptable según el alabeo.

Tabla 92: Ensayos de resistencia a la compresión Grupo 3-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

Normas E. 070, NTP 399.613, 399.604

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 28 DIAS - GRUPO 3
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

TECNICO : L.A.E.P.
ASIST. GEOTECNIA : J.E.A.
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Dimensiones (cm)			Area (cm ²)	Carga Maxima (kgf)	Resist. Compre. (Kg/cm ²)
	Largo	Ancho	Alto			
M - 6	24.9	12.5	10	311.25	17972	57.7
M - 7	24.9	12.5	10	311.25	18124	58.2
M - 8	24.9	12.4	9.9	308.76	18046	58.4
M - 9	24.9	12.4	10	308.76	18164	58.8
M - 10	24.9	12.4	10	308.76	18007	58.3

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES				RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (Kg/cm ²)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (Kg/cm ²)
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (mm)	ALABEO (mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION (Kg/cm ²)		
Ladrillo I	± 0	± 0	± 4	10	49 (20)
Ladrillo II	± 1	± 1	± 4	8	52 (22)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	53 (25)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	127 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	49 (20)
Bloque NP	± 7	± 5	± 4	8	20 (20)

Resistencia a la compresion (fb)		58.3
Desviacion Estandar (σ)		0.4
Resistencia Caracteristica a la Compresion (f'c)		58.1

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Tabla 93: Ensayos de absorción Grupo 3-28 días (anexos).



LABORATORIO DE GEOTECNIA
MECANICA DE SUELOS, CONTROL DE
CALIDAD, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ABSORCION

Normas E. 070, NTP 399.604, 399.613

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METALICOS EN LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA EN LA CIUDAD DE PUNO".
TESISTA : GLADYS DIANA APAZA ESCOBAR
UBICACIÓN : DISTRITO DE PICHACANI, PROV. PUNO - PUNO
MUESTRA : ECOLADRILLOS COMPRIMIDOS
N° DE DIAS : 28 DIAS - GRUPO 3
SECTOR : AYONCORA - VILUYO

ASIST. GEOTECNIA : J.E.A.
ING. Resp. : J.E.A.
FECHA : 18 de agosto de 2021

Especimen	Peso (gr)				A (5h)	A (24h)
	Pnat	Psec	Psat (5h)	Psat (24h)	%	%
M - 1	4142	4128	4763	4779	15.4%	15.8%
M - 2	4312	4291	4942	4938	15.2%	15.1%
M - 3	4318	4306	4946	4958	14.9%	15.1%
M - 4	4724	4703	5442	5487	15.7%	16.7%
M - 5	4326	4310	4984	5021	15.6%	16.5%
Promedio					15.4%	15.8%

NOTA: La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22% (Normas NTP 399.613)

Ing. JULIO ESCOBEDO ARIZACA
CIP. 90558
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GEOTECNIA

Anexo: Panel Fotográfico

		
<p>Figura 50: Tamices Tyler (anexos).</p>	<p>Figura 51: Cuchara de Casagrande (anexos).</p>	<p>Figura 52: Balanza de precisión para límites (anexos).</p>
		
<p>Figura 53: Balanza de analítica para granulometría (anexos).</p>	<p>Figura 54: Tamices N° 40 y °200 (anexos). (1) N°200 lavado de muestra. (2) N°40 tamizado para LL-LP.</p>	<p>Figura 55: Muestras de campo (anexos).</p>
		
<p>Figura 56: Muestra de granos no pasantes en malla (anexos).</p>	<p>Figura 57: Toma de peso del espécimen en cada tamiz (anexos).</p>	



Figura 58: Resultados granulométricos muestra CPV – 01 (anexos).
Resultado final del tamizado.

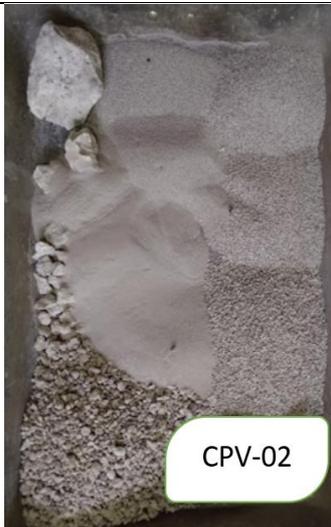


Figura 59: Resultados granulométricos muestra CPV – 02 (anexos).



Figura 60: Resultados granulométricos muestra CPV – 03 (anexos).



Figura 61: Resultados granulométricos muestra CPV – 04 (anexos).



Figura 62: Resultados granulométricos muestra CPV – 05 (anexos).



Figura 63: Resultados granulométricos muestra CPV – 06 (anexos).

		
<p>Figura 64: Resultados granulométricos muestra CPV 06-02 (anexos).</p>	<p>Figura 65: Resultados granulométricos muestra CPV-07 (anexos).</p>	<p>Figura 66: Resultados granulométricos muestra CPV - 08 (anexos).</p>
		
<p>Figura 67: Resultados granulométricos muestra CPV - 09 (anexos).</p>		
		
<p>Figura 68: Resultados granulométricos muestra CPV - 10 (anexos).</p>	<p>Figura 69: Resultados granulométricos muestra CPV - 011 (anexos).</p>	
		
<p>Figura 70: Resultados granulométricos muestra CPV - 12 (anexos).</p>	<p>Figura 71: Resultados granulométricos muestra CPV - 13 (anexos).</p>	



Figura 72: Prensa manual Cinva Ram (anexos).



Figura 73: Rombo mezclador (anexos).



Figura 74: Cemento Rumi Max (anexos).



Figura 75: Desmorte de materia prima (anexos).



Figura 76: Porcentaje de agua (anexos).



Figura 77: Verificación de humedad (anexos).



Figura 78: Proceso de extracción de mezcla del Rombo (anexos).



Figura 79: Mezcla consistente en ambiente cerrado (anexos).

		
<p>Figura 80: Mezcla comprimida (anexos).</p>	<p>Figura 81: Unidad de albañilería en proceso de ascensión (anexos).</p>	<p>Figura 82: Unidad de albañilería en superficie de la prensa (anexos).</p>
		
<p>Figura 83: Proceso de transporte de la UAE (anexos).</p>	<p>Figura 84: Unidad de albañilería en un ambiente cerrado (anexos).</p>	<p>Figura 85: Grupo de unidad en ambiente cerrados (anexos).</p>
		
<p>Figura 86: Grupo de unidades en proceso de curado y secado (anexos).</p>	<p>Figura 87: Proceso final de secado de acuerdo a los intervalos de días (anexos).</p>	



Figura 88: Unidades de albañilería en laboratorio (anexos).



Figura 89: Se agrupan de acuerdo a la dosificación (anexos).



Figura 90: Se procede a clasificar por días de secado y curado (anexos).



Figura 91: Hornos de laboratorio (anexos).



Figura 92: Proceso de secado (anexos).



Figura 93: Registro del peso de la unidad (anexos).



Figura 94: Unidades sumergidas por 5 horas (anexos).



Figura 95: Unidades sumergidas por 24 horas (anexos).



Figura 96: Preparado de mortero – peso del cemento (anexos).



Figura 97: Mortero Cemento- Yeso peso 1:1 (anexos).



Figura 98: Proceso del mezclado de yeso-cemento (anexos)



Figura 99: Aleación de mortero hasta una consistencia homogénea (anexos).



Figura 100: Mezcla finalizada y homogeneizada (anexos).



Figura 101: Unidades de albañilería ecología puesta sobre el mortero (anexos).



Figura 102: Grupo 3-21 días, en alineación de morteros en la base 3 mm (anexos).



Figura 103: Grupo 1 - 7 días alineación de mortero (anexos).



Figura 104: Grupo 1 -7 presión de fuerza para nivelación (anexos).



Figura 105: Grupo 1 - 7 días dosificación capa de 3mm (anexos).



Figura 106: Grupo 1 dosificaciones distintos tiempos de secado (anexos).



Figura 107: Mortero de lado contrario para su nivelación (anexos).



Figura 108: Proceso de secado de la unidad de albañilería (anexos).



Figura 109: Secado por 24 horas (anexos).



Figura 110: Máquina de compresión axial (anexos).



Figura 111: Grupo 3-21 días fracturas presentadas (anexos).



Figura 112: Presencia de dos fisuras Grupo 2-28 días (anexos).



Figura 113: La unidad presenta una fractura Grupo 1-28 días secado (anexos).



Figura 114: Fractura, presentada en la altura menor de la unidad (anexos).



Figura 115: Algunas veces un ambiente húmedo provoca la fractura (anexos).

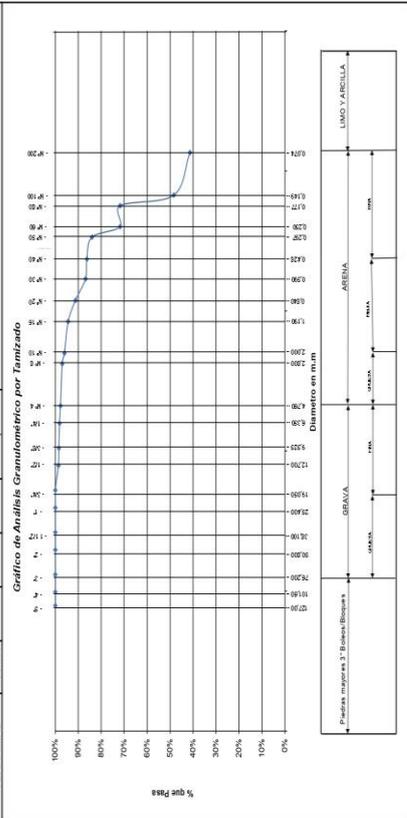
Anexo: Otros Resultados de Yacimientos no metálicos No aptos.

Tabla 94: Análisis de granulométrico e IP de yacimiento 1 (anexos).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				NTP	
Proyecto: EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE ALBAÑERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUÑO.					
Ubicación: Localidad: Prov.: Puno / Reg.: Puno					
Material: Arena limosa					
Profundidad de Muestra: Cielo Abierto					
Proveedora: KM Inspección para Yacimiento no metálico					
Coordenadas: Areo: 01 05 05					
378332 8209105					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422					
Mallas		% Retenido		% Que Pasa	
Nº	Apertura (mm)	Retenido	% Retenido	Que Pasa	% Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
3/4"	19.05	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
1/2"	12.50	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
3/8"	9.50	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
Nº 4	4.75	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
Nº 8	2.36	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
Nº 16	1.18	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
Nº 30	0.60	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
Nº 40	0.425	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
Nº 60	0.25	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
Nº 100	0.15	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
Nº 200	0.075	0.00	0.00%	100.00%	100.00%
Limpieza Inicial		133.000	38.30%	97.05%	97.05%

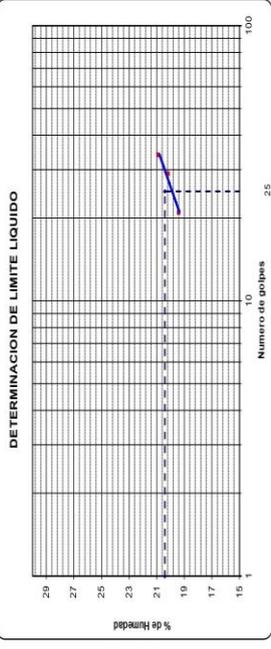


Ing. José Ernesto Estrada Córdova
M. Sc. INGENIERÍA CIVIL
Reg. Civil: 44899 de la O.N. del 2002.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

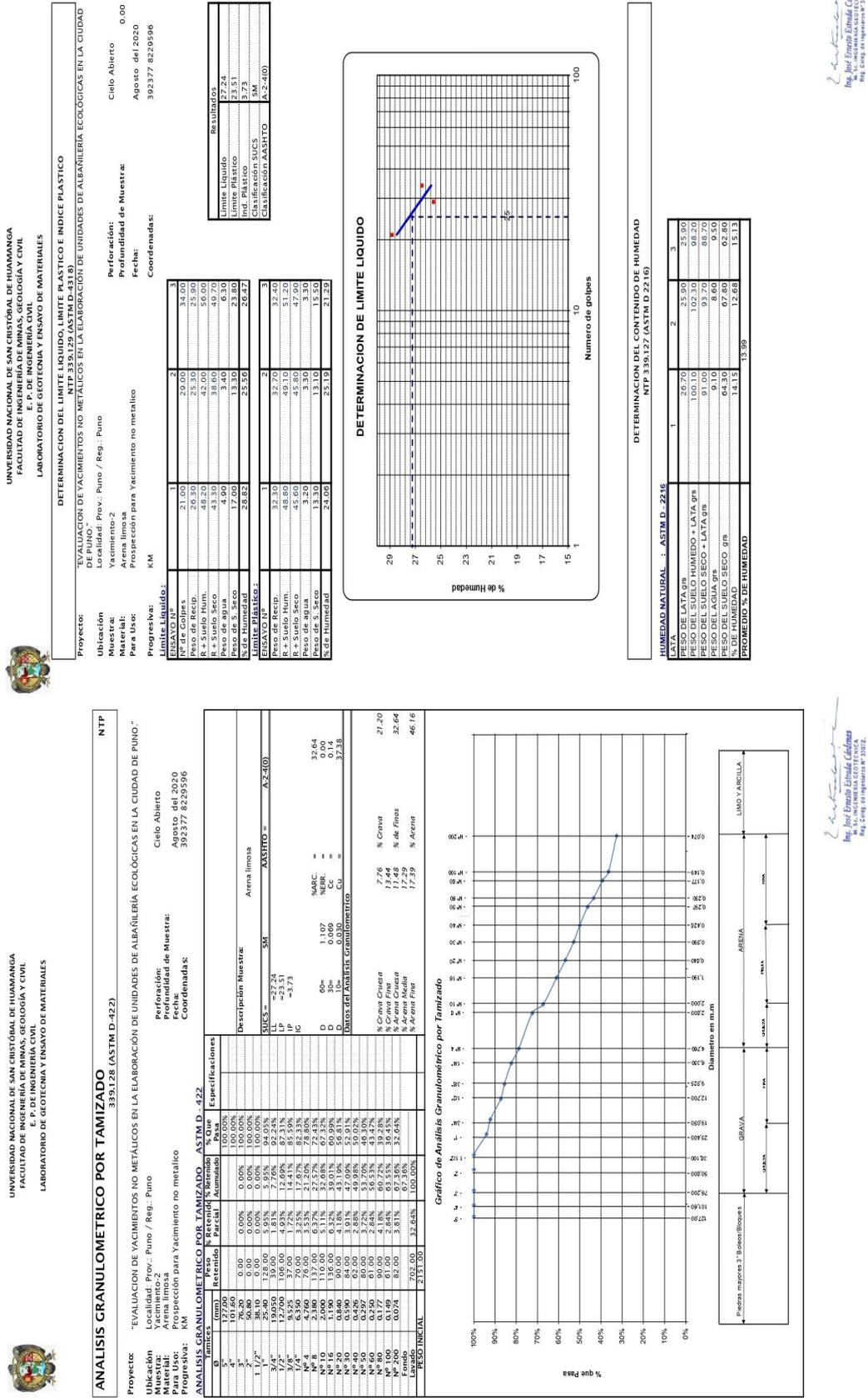
Proyecto:		DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE PLASTICO		NTP 338.129 (ASTM D-4318)	
Ubicación: Localidad: Prov.: Puno / Reg.: Puno					
Material: Arena limosa					
Profundidad de Muestra: Cielo Abierto					
Proveedora: KM Inspección para Yacimiento no metálico					
Coordenadas: Areo: 01 05 05					
378332 8209105					
Muestra:					
Nº	Grupos	Wp	Lp	Ip	Resultados
1	2	21.00	29.00	8.00	
2	2	31.00	31.10	0.10	
3	2	32.50	30.70	1.80	
4	2	18.40	11.90	6.50	
5	2	19.40	20.17	0.77	
LIMITE LIQUIDO:					
Nº	Grupos	Wp	Lp	Ip	Resultados
1	2	27.00	26.40	0.60	
2	2	32.40	35.40	3.00	
3	2	32.40	35.40	3.00	
4	2	0.20	1.50	1.30	
5	2	4.50	8.50	4.00	
6	2	20.00	17.83	2.17	
LIMITE PLASTICO:					
Nº	Grupos	Wp	Lp	Ip	Resultados
1	2	27.00	26.40	0.60	
2	2	32.40	35.40	3.00	
3	2	32.40	35.40	3.00	
4	2	0.20	1.50	1.30	
5	2	4.50	8.50	4.00	
6	2	20.00	17.83	2.17	



Proyecto:		DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD		NTP 338.127 (ASTM D 2216)	
Ubicación: Localidad: Prov.: Puno / Reg.: Puno					
Material: Arena limosa					
Profundidad de Muestra: Cielo Abierto					
Proveedora: KM Inspección para Yacimiento no metálico					
Coordenadas: Areo: 01 05 05					
378332 8209105					
Muestra:					
Nº	Grupos	Wp	Lp	Ip	Resultados
1	2	25.25	38.00	12.75	
2	2	12.40	11.90	0.50	
3	2	11.50	107.00	95.50	
4	2	17.35	17.35	0.00	
Promedio % de Humedad		97.52			

Ing. José Ernesto Estrada Córdova
M. Sc. INGENIERÍA CIVIL
Reg. Civil: 44899 de la O.N. del 2002.

Tabla 95: Análisis de granulométrico e IP de yacimiento 2 (anexos)



Ing. José Ernesto Estrada Córdova
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 33822.

Ing. José Ernesto Estrada Córdova
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 33822.

Tabla 96: Análisis de granulométrico e IP de yacimiento 3 (anexos).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
339.128 (ASTM D-422)
NTP

Proyecto: "EVALUACIÓN DE YACIMIENTOS NO METÁLICOS EN LA ELABORACIÓN DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS EN LA CIUDAD DE PUNO."
Ubicación: Localidad: Puno / Reg.: Puno
Material: Arcilla alta plasticidad arenosa
Para Uso: Prospección para Yacimiento no metálico
Progresiva: KM
Profesional: Cielo Aberto
Fecha: Agosto del 2020
Coordenada: 394581 8219459

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		ASTM D - 422	
Ø Tamiz (mm)	Retenido	% Retenido	Especificaciones
4	101.60	0.00	100.00%
7.5	0.00	0.00%	100.00%
15	0.00	0.00%	100.00%
30	0.00	0.00%	100.00%
60	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%
150	0.00	0.00%	100.00%
300	0.00	0.00%	100.00%
600	0.00	0.00%	100.00%
1060	0.00	0.00%	100.00%
2000	0.00	0.00%	100.00%
4750	0.00	0.00%	100.00%
75	0.00	0.00%	100.00%

Tabla 97: Análisis de granulométrico e IP de yacimiento 4 (anexos).

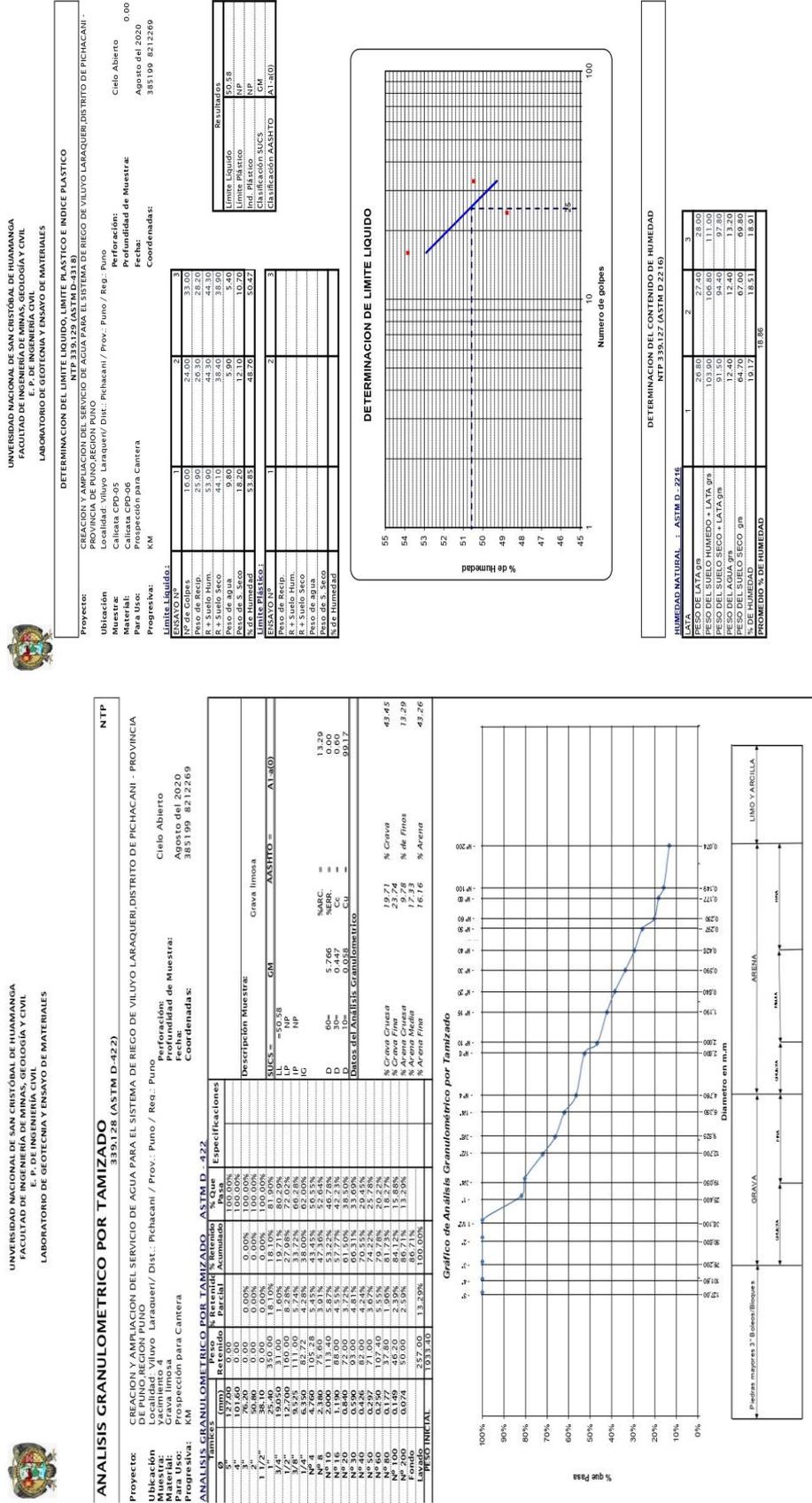


Tabla 98: Resultados de mecánica de suelos de los yacimientos (anexos).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
E. P. DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

RESUMEN DE RESULTADOS DE MECANICA DE SUELOS															
CALICATA	UBICACIÓN PROG	PROFUNDIDAD m	ESTRATO	CLASIFICACIÓN N	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	CLASIFICACIÓN AASHTO	LÍMITE LIQUIDO %	LÍMITE PLÁSTICO %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD %	PORCENTAJE DE GRAVAS %	PORCENTAJE DE FINOS %	PORCENTAJE DE ARENAS %	HUMEDAD	CC	CU
Yacimiento-1	0.00	0.00	D	SM	Arena limosa	A-4(0)	20.41	18.46	1.95	2.28	41.34	56.37	97.92	0.86	7.49
Yacimiento-2	0.00	0.00	D	SM	Arena limosa	A-2-4(0)	27.24	23.51	3.73	21.20	32.64	46.16	13.99	0.14	37.38
Yacimiento-3	0.00	0.00	D	CH	Arcilla alta plasticidad arenosa	A-5(0)	51.16	16.98	34.18	0.00	50.08	49.92	35.64	0.68	6.60
Yacimiento 4	0.00	0.00	D	GM	Grava limosa	A1-a(0)	50.58	NP	NP	43.45	13.29	43.26	18.86	0.60	99.17

Ing. José Ernesto Estrada Córdova
M. Sc. INGENIERÍA GEOTECNICA
Reg. Coleg. de Ingenieros N° 33072.

Resultados finales de los yacimientos no metálicos basadas en Chimbo (2017), adherida en las NTP 339.128, MTC E 107, C.E.010(NTP 339.129-339.134-339.135).

<p>Figura 116: Yacimiento 1 - vista frontal y granulometría (anexos).</p>	<p>Figura 117: Yacimiento 2 - vista frontal y granulometría (anexos).</p>	
<p>Figura 118: Yacimiento 4 - vista frontal y granulometría (anexos).</p>	<p>Figura 119: Yacimiento 5 fuera de la ciudad de Puno (anexos).</p>	<p>Figura 120: Análisis granulométrico del yacimiento 5 (anexos).</p>
<p>Figura 121: Vista panorámica yacimientos 6 fuera de Puno (anexos).</p>		
<p>Figura 122: Análisis granulométrico del yacimiento 6 (anexos).</p>	<p>Figura 123: Vista frontal yacimientos 6 fuera Puno (anexos).</p>	