



Universidad Internacional del Ecuador

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR - LOJA**

**FACULTAD PARA LA CIUDAD, EL PAISAJE Y LA  
ARQUITECTURA**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO  
DE ARQUITECTO**

**DIAGNÓSTICO DEL SITIO PARA EL USO DEL ADOBE  
APLICADO EN VIVIENDAS EN LA PARROQUIA  
VILCABAMBA DEL CANTÓN LOJA, ECUADOR**

**ORTEGA PARDO PABLO ALEXANDER**

**DIRECTOR:  
ARQ. FREDY ALEJANDRO SALAZAR GONZALEZ**

**JUNIO, 2017  
LOJA – ECUADOR**

Yo PABLO ALEXANDER ORTEGA PARDO, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido presentada anteriormente para ningún grado o calificación profesional y, que ha sido respaldado con la respectiva bibliografía.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que el presente trabajo sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamento y Leyes.



---

Pablo Alexander Ortega Pardo

C.C. 1104179419

Yo, SALAZAR GONZALEZ FREDY ALEJANDRO, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto en su originalidad, autenticidad, como en su contenido.



---

Arq. Fredy Alejandro Salazar González

DIRECTOR DE TESIS

*Este trabajo está dedicado en agradecimiento y esfuerzo que aportaron, todas las personas que supieron apoyarme, guiarme, durante el camino de formación para llegar al objetivo deseado, sin interés alguno, así mismo, a mis padres que, a base de su esfuerzo, han logrado que sea posible estar en esta etapa de mi vida, y a todos los profesores que supieron brindarme de manera desinteresada, sus experiencias, para crecer como persona y profesional; y de manera especial, a mi esposa e hijos, que están siempre como soporte, para apoyarme y alentarme en los momentos más duros de mi vida.*

*Pablo Alexander Ortega Pardo*

*Gracias a todos los profesores, amigos y familiares, por brindarme y aportar sus conocimientos de manera clara y correcta, para formación de mi carrera profesional, la misma que brindare todos a los que pueda ayudar de manera humilde, de tal forma que sea de provecho para la sociedad y, pueda demostrarlo en el campo de la arquitectura, de esta manera, extendiendo mis más sinceros agradecimientos a todos y todas las personas que han logrado la ejecución de este trabajo.*

*Pablo Alexander Ortega Pardo*

En la siguiente investigación, se desarrolla una identificación de canteras a las cuales se realizó un muestreo previo, según la norma Americana AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) T86-70 y ASTM (American Society of Testing Materials) D420-69, las mismas que servirán para ser aplicadas dentro de la construcción, basado en estudios realizados bajo las Normas Peruanas NTE (Norma Técnica de Edificación) E. 80, la Española AENOR (Asociación Española de Normalización y certificación), UNE (Una Norma Española) 41410 y Americana ASTM (American Society of Testing Materials) E2392 M10; las que determinarán las características físicas y químicas de una cantera, bajo ensayos realizados en campo y en laboratorio, para la producción de materia prima, y la elaboración de bloques tradicionales de tierra, (adobe), en el que se identificará su tamaño ideal, dentro de la construcción, apoyado en ensayos de resistencia a la compresión, de tal manera que, se pueda verificar su resistencia y deformación del material al ser sometido a cargas puntuales.

Así mismo, se detallara un sistema constructivo, a través de una guía, que permitirá al constructor seguir un proceso confiable y eficaz, de tal forma que se pueda evitar en un futuro, el desperdicio de recursos; y, así poder optimizar el tiempo requerido para la culminación de trabajos en una edificación, la misma que se detalla los propósitos y los objetivos que se deberá alcanzar

**Palabras clave:** Adobe, construcción en tierra, optimización.

In the following investigation, an identification of quarries to which a previous sampling was carried out, according to the American standard of AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) T86-70 and ASTM (American Society of Testing Materials) D420-69 , The same ones that will be applied within the construction, based on studies carried out under the Peruvian Standards NTE (Technical Building Standard) E. 80, Spanish AENOR (Spanish Association of Standardization and Certification) UNE (A Spanish Standard) 41410 And American ASTM (American Society of Testing Materials) E2392 M10; Those that determine the physical and chemical characteristics of a quarry, under field and laboratory tests, for the production of raw material, and the development of traditional blocks of earth (adobe), in which their ideal size , Within the construction, supported by tests of resistance to compression, in such a way, that its resistance and deformation of the material can be verified to be subjected to punctual loads.

It will also detail a constructive system, through a guide, that will allow the builder to follow a reliable and efficient process, so that in the future, the waste of resources can be avoided; And thus be able to optimize the time required, for the completion of work in a building, which details the purposes and objectives to be achieved

**Keywords:** Adobe, ground construction, optimization.

**“DIAGNÓSTICO DEL SITIO PARA EL USO DEL ADOBE, APLICADO EN  
VIVIENDAS EN LA PARROQUIA VILCABAMBA DEL CANTÓN LOJA, ECUADOR”**

<b>Capítulo 1</b> .....	1
<b>Generalidades</b> .....	1
1.2 Problemática.....	1
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos. ....	4
1.4.1. General .....	4
1.4.2. Específicos.....	4
1.5 Metodología. ....	5
<b>Capítulo 2</b> .....	7
<b>Marco teórico</b> .....	7
2.1. Arquitectura tradicional y sus materiales.....	7
2.2. Materiales utilizados en la arquitectura tradicional .....	8
2.2.1. Madera.....	8
2.2.2. El barro .....	8
2.2.2.1. El tapial o tierra apisonada.....	10
2.2.2.2. El bahareque .....	10
2.2.3. La piedra.....	10
2.2.4. La guadua o bambú .....	11
2.2.5. El adobe.....	11
2.2.5.1. Historia.....	12
2.2.5.2. Fabricación del adobe.....	15
2.2.5.3. Fabricación del adobe antisísmico .....	15
2.3. Desarrollo y evolución de nuevos materiales en la arquitectura tradicional actual .....	17
2.4. Historia y evolución de los materiales de construcción.....	17
2.4.1. Bahareque.....	18
2.4.2. Yeso.....	19
2.4.3. Cemento.....	20
2.4.3.1 Tipos de cemento .....	20
2.4.4. Madera.....	21
2.4.5. Ladrillo .....	21
2.4.6. Arcilla .....	22
2.4.7. Hormigón.....	23
2.4.8. Acero .....	23
<b>Capítulo 3</b> .....	24
<b>Marco conceptual y filosófico</b> .....	24
3.1. Construcción en tierra .....	24
3.1.1. Vivienda .....	24
3.1.2. Calidad de vida.....	24
3.2. Adobe.....	24

	viii
3.2.1. Características del adobe .....	25
3.3. Agregado .....	25
3.3.1. Característica del agregado .....	25
3.4. Ensayo de penetración estandar (s.p.t.) standard penetration test). .....	26
3.4.1. Clasificación e identificación de suelo .....	26
3.5. Sustentabilidad ambiental .....	27
3.6. Paradigmas de la utilización del adobe .....	28
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>311</b>
<b>Marco Legal</b> .....	<b>311</b>
4.1. Normativa .....	31
4.2. Reglamento nacional de Perú .....	31
<b>Capítulo 5</b> .....	<b>34</b>
<b>Generalidades de la parroquia Vilcabamba</b> .....	<b>34</b>
5.1. Ubicación .....	34
5.2. Hidrografía .....	35
5.3. Temperatura .....	37
5.4. Geología .....	38
<b>Capítulo 6</b> .....	<b>40</b>
<b>Análisis y diagnóstico de las edificaciones en Vilcabamba</b> .....	<b>40</b>
6.1. Los primeros asentamientos en la parroquia vilcabamba .....	40
6.2. Tipología de vivienda en sus inicios de conformación de la parroquia .....	40
6.2.1. Tipo de vivienda .....	40
6.2.2 Tipología de vivienda .....	42
6.2.3. Tendencia de vivienda .....	42
6.2.4. Materiales utilizados .....	43
6.2.5. Análisis de manzanas de la Parroquia Vilcabamba de acuerdo al tipo de material .....	45
6.2.6. Detalles constructivos en viviendas de la manzana 070 seleccionada en el tramo de la calle Juan Montalvo entre Valle Sagrado y José David Toledo .....	68
6.3. Elementos que intervienen en la construcción de viviendas de adobe .....	72
6.3.1. Antecedentes históricos .....	76
6.4. Usos de los materiales aplicados en la construcción de viviendas .....	79
6.5. La construcción vernacula en la parroquia vilcabamba .....	81
6.5.1. Arquitectura vernácula a nivel internacional .....	81
6.5.2.. Arquitectura vernácula a nivel nacional Ecuador: Loja – vilcabamba .....	83
<b>Capítulo 7</b> .....	<b>85</b>
<b>Proceso y producción de materia prima</b> .....	<b>85</b>
7.1. Proceso de producción del adobe .....	85
7.2. Preparación de la tierra .....	85
7.3. Identificación y recolección de muestras de suelos .....	95
7.4. Ensayos para la clasificación y caracterización de suelos .....	100

7.4.1. Contenido de humedad.....	100
7.4.2. Limite líquido y plástico de un suelo.....	103
7.4.3. Analisis granulometrico – metodo mecanico .....	109
7.4.4. Analisis granulometrico – metodo del hidrometro .....	111
7.4.5. Gravedad especifica de los solidos del suelo .....	116
7.4.6. Relaciones de humedad – densidad (ensayo de compactación) .....	118
<b>Capítulo 8.....</b>	<b>123</b>
<b>Analisis y resultados .....</b>	<b>123</b>
<b>Capítulo 9.....</b>	<b>147</b>
<b>Propuesta .....</b>	<b>147</b>
9.1. Introducción .....	147
9.2. Preparación del material.....	149
9.2.1.Acopio del material.....	149
9.2.2. Selección de tierra: analisis de laboratorio .....	149
9.2.3. Selección de tierra: metodo casero .....	150
9.2.4. Limpieza y nivelación del terreno .....	152
9.3. Trabajos preliminares .....	153
9.3.1. Replanteo .....	153
9.3.2. Excavación.....	154
9.3.3. Relleno y compactación.....	155
9.4. Obras estructurales.....	156
9.4.1. Cimiento .....	156
9.4.2. Sobre - Cimiento .....	158
9.4.3. Mamposteria .....	159
9.4.4. Vanos .....	160
9.4.5. Cubiertas .....	164
9.4.6.Instalaciones eléctricas .....	166
9.4.7. Instalaciones de agua potable y sanitaria .....	167
9.5. Obras de acabado.....	169
9.5.1. Recubrimientos .....	168
9.5.2. Pisos .....	172
9.5.3. Meson de cocina .....	174
9.4.4. Cielo raso .....	176
9.4.5. Puertas .....	177
9.4.6.Ventanas .....	178
<b>Capítulo 10.....</b>	<b>180</b>
<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>180</b>
10.1. Conclusiones .....	180
10.2. Recomendaciones.....	182
Anexos... ..	183
Bliografía.....	189

<b>Figura 2.1.</b> Muro de vivienda en México.....	13
<b>Figura 2.2.</b> Expansión de la técnica de la construcción con tierra cruda .....	14
<b>Figura 2.3.</b> Fabricación del adobe .....	15
<b>Figura 2.4.</b> Rancho en el llano venezolano construida mediante bahareque.....	18
<b>Figura 2.5.</b> Muestra de yeso molido .....	19
<b>Figura 2.6.</b> Producción de ladrillo.....	22
<b>Figura 3.7.</b> Vivienda Redonda.....	29
<b>Figura 5.8.</b> Mapa de ubicación geológica de la parroquia vilcabamba .....	34
<b>Figura 5.9.</b> Mapa hidrográfico de la parroquia vilcabamba.....	36
<b>Figura 5.10.</b> Mapa de temperatura anual de la parroquia vilcabamba .....	37
<b>Figura 5.11.</b> Mapa de precipitación anual de la parroquia vilcabamba.....	38
<b>Figura 5.12.</b> Mapa geologico de la parroquia vilcabamba .....	39
<b>Figura 5.13.</b> Mapeo de la parroquia vilcabamba .....	44
<b>Figura 6.14.</b> Resumen de la tipología en la Parroquia Vilcabamba.....	66
<b>Figura 6.15.</b> Selección de la manzana 070.....	67
<b>Figura 6.16.</b> Detalles constructivos vivienda 1 .....	68
<b>Figura 6.17.</b> Detalles constructivos vivienda 2 .....	68
<b>Figura 6.18.</b> Detalles constructivos vivienda 3 .....	69
<b>Figura 6.19.</b> Detalles constructivos vivienda 4 .....	69
<b>Figura 6.20.</b> Detalles constructivos vivienda 5 .....	69
<b>Figura 6.21.</b> Detalles constructivos vivienda 6 .....	70
<b>Figura 6.22.</b> Detalles constructivos vivienda 7 .....	70
<b>Figura 6.23.</b> Detalles constructivos vivienda 8 .....	70
<b>Figura 6.24.</b> Sistema constructivo.....	72
<b>Figura 6.25.</b> Sistema constructivo.....	72
<b>Figura 6.26.</b> Sistema constructivo.....	72
<b>Figura 6.27.</b> Sistema constructivo.....	73
<b>Figura 6.28.</b> Sistema constructivo.....	73
<b>Figura 6.29.</b> Sistema constructivo.....	73
<b>Figura 6.30.</b> Sistema constructivo.....	73
<b>Figura 6.31.</b> Sistema constructivo acabados.....	74
<b>Figura 6.32.</b> Sistema constructivo acabados.....	74
<b>Figura 6.33.</b> Sistema constructivo acabados.....	74
<b>Figura 6.34.</b> Sistema constructivo acabados.....	74
<b>Figura 6.35.</b> Sistema constructivo acabados.....	75
<b>Figura 6.36.</b> Estado actual de viviendas .....	77
<b>Figura 6.37.</b> Estado actual de viviendas .....	77
<b>Figura 6.38.</b> Estado actual de viviendas .....	78
<b>Figura 6.39.</b> Vivienda de adobe.....	79
<b>Figura 6.40.</b> Aplicación de la madera .....	80
<b>Figura 6.41.</b> Aplicación de la piedra.....	80
<b>Figura 6.42.</b> Vivienda tradicional.....	83
<b>Figura 7.43.</b> Apilado de tierra.....	86

	xi
<b>Figura 7.44.</b> Saturación del suelo .....	86
<b>Figura 7.45.</b> Trituración de grumos .....	87
<b>Figura 7.46.</b> Batido de la tierra.....	88
<b>Figura 7.47.</b> Mezclado de la tierra .....	89
<b>Figura 7.48.</b> Recubrimiento de la tierra.....	89
<b>Figura 7.49.</b> Transporte del material .....	90
<b>Figura 7.50.</b> Preparación del molde.....	90
<b>Figura 7.51.</b> Preparación del pisón.....	91
<b>Figura 7.52.</b> Elaboracion del adobe .....	91
<b>Figura 7.53.</b> Compactado del material.....	92
<b>Figura 7.54.</b> Enrasado del adobe.....	92
<b>Figura 7.55.</b> Retiro del molde.....	93
<b>Figura 7.56.</b> Proceso de secado.....	93
<b>Figura 7.57.</b> Rotado de caras para el secdo .....	94
<b>Figura 7.58.</b> Adobe apilado .....	94
<b>Figura 7.59.</b> Toma de muestras sector 1 .....	96
<b>Figura 7.60.</b> Toma de muestras sector 2.....	97
<b>Figura 7.61.</b> Toma de muestras sector 3.....	98
<b>Figura 7.62.</b> Identificación de canteras.....	99
<b>Figura 7.63.</b> Horno .....	100
<b>Figura 7.64.</b> Balanza .....	101
<b>Figura 7.65.</b> Capsulas.....	101
<b>Figura 7.66.</b> Contenido de humedad.....	102
<b>Figura 7.67.</b> Secado de muestras al horno .....	102
<b>Figura 7.68.</b> Tamiz # 40 .....	104
<b>Figura 7.69.</b> Calibración del casa grande .....	105
<b>Figura 7.70.</b> Enrazado de la muestra .....	106
<b>Figura 7.71.</b> Ranura.....	107
<b>Figura 7.72.</b> Elaboración del limite plástico.....	107
<b>Figura 7.73.</b> Serie de tamices gruesos y finos.....	110
<b>Figura 7.74.</b> Hexametafosfato de sodio .....	113
<b>Figura 7.75.</b> Muestra en maquina batidora.....	114
<b>Figura 7.76.</b> Traslado de muestra a cilindro de cedimentación .....	114
<b>Figura 7.77.</b> Lectura del hidrometro.....	115
<b>Figura 7.78.</b> Bomba de vacio.....	117
<b>Figura 7.79.</b> Vaso de precipitación .....	118
<b>Figura 7.80.</b> Tamizado y reposicion de material.....	120
<b>Figura 7.81.</b> Equipos de compactación.....	121
<b>Figura 7.82.</b> Contenido de humedad .....	121
<b>Figura 8.83.</b> Clasificación de suelo cantera 1 .....	124
<b>Figura 8.84.</b> Clasificación de suelo cantera 2.....	125
<b>Figura 8.85.</b> Clasificación de suelo cantera 3 .....	126
<b>Figura 8.86.</b> Compactación del suelo cantera 1.....	128
<b>Figura 8.87.</b> Compactación del suelo cantera 2.....	129
<b>Figura 8.88.</b> Mezcla del material cantera 3 menor cantidad de agua.....	130

<b>Figura 8.89.</b> Mezcla de material cantera 1 menor cantidad de agua .....	132
<b>Figura 8.90.</b> Ensayo de resistencia a la compresión .....	132
<b>Figura 8.91.</b> Rotura de adobes con menor cantidad de agua tamaño grande cantera 1 .....	133
<b>Figura 8.92.</b> Rotura de adobes con menor cantidad de agua tamaño mediano cantera 1 .....	134
<b>Figura 8.93.</b> Rotura de adobes con menor cantidad de agua tamaño pequeño cantera 1 .....	135
<b>Figura 8.94.</b> Rotura de adobes con cantidad optima de agua tamaño mediano cantera 1 .....	136
<b>Figura 8.95.</b> Rotura de adobes con cantidad mayor de agua tamaño grande cantera 1 .....	137
<b>Figura 8.96.</b> Rotura de adobes con cantidad mayor de agua tamaño mediano cantera 1 .....	138
<b>Figura 8.97.</b> Rotura de adobes con cantidad mayor de agua tamaño pequeño cantera 1 .....	139
<b>Figura 8.98.</b> Ensayo de gravedad especifica .....	145
<b>Figura 8.99.</b> Ensayo de analisis granulometrico – metodo del hidrometro .....	146
<b>Figura 9.100.</b> Extracción de suelo .....	149
<b>Figura 9.101.</b> Selección de tierra .....	150
<b>Figura 9.102.</b> Ensayo de cedimentación .....	151
<b>Figura 9.103</b> Ensayo de resistencia .....	152
<b>Figura 9.104</b> Replanteo y nivelación del terreno .....	152
<b>Figura 9.105</b> Replanteo .....	153
<b>Figura 9.106.</b> Excavación .....	154
<b>Figura 9.107.</b> Excavación .....	155
<b>Figura 9.108.</b> Compactación de material de mejoramiento .....	156
<b>Figura 9.109.</b> Cimentación .....	157
<b>Figura 9.110</b> Sobre- cimiento1 .....	158
<b>Figura 9.111.</b> Cernido de material .....	159
<b>Figura 9.112.</b> Mamposterías .....	160
<b>Figura 9.113</b> Vano de puerta .....	161
<b>Figura 9.114</b> Vano de ventana .....	162
<b>Figura 9.115</b> Calculo de vanos .....	163
<b>Figura 9.116</b> Detalle de cubierta .....	164
<b>Figura 9.117.</b> Detalle de cubierta .....	165
<b>Figura 9.118.</b> Ensamble de vigueta .....	165
<b>Figura 9.119.</b> Instalaciones eléctricas .....	166
<b>Figura 9.120</b> Instalaciones de agua potable y sanitaria .....	168
<b>Figura 9.121.</b> Bajantes de aguas lluvias .....	169
<b>Figura 6.122.</b> Empastado .....	170
<b>Figura 9.123.</b> Recubrimiento con ceramica. ....	171
<b>Figura 9.124.</b> Pisos rigidos .....	172
<b>Figura 9.125.</b> Pisos de madera .....	174
<b>Figura 9.126.</b> Meson de cocina .....	175
<b>Figura 9.127.</b> Meson de cocina .....	175
<b>Figura 9.128.</b> Cielo raso .....	176
<b>Figura 9.129.</b> Detalle de puertas .....	177
<b>Figura 9.130.</b> Detalle de ventanas .....	178
<b>Figura 9.131.</b> Detalle de ventanas .....	178
<b>Figura 10.132.</b> Resistencia a la compresión .....	181

<b>Gráfica 6.1.</b> Manzana 0070.....	45
<b>Gráfica 6.2.</b> Manzana 0069.....	45
<b>Gráfica 6.3.</b> Manzana 0066.....	45
<b>Gráfica 6.4.</b> Manzana 068.....	46
<b>Gráfica 6.5.</b> Manzana 0047.....	46
<b>Gráfica 6.6.</b> Manzana 0048.....	46
<b>Gráfica 6.7.</b> Manzana 0049.....	47
<b>Gráfica 6.8.</b> Manzana 050.....	47
<b>Gráfica 6.9.</b> Manzana 051.....	47
<b>Gráfica 6.10.</b> Manzana 027.....	48
<b>Gráfica 6.11.</b> Manzana 028.....	48
<b>Gráfica 6.12</b> Manzana 029.....	48
<b>Gráfica 6.13.</b> Manzana 030.....	49
<b>Gráfica 6.14.</b> Manzana 031.....	49
<b>Gráfica 6.15.</b> Manzana 032.....	49
<b>Gráfica 6.16.</b> Manzana 0006.....	50
<b>Gráfica 6.17.</b> Manzana 007.....	50
<b>Gráfica 6.18.</b> Manzana 008.....	50
<b>Gráfica 6.19.</b> Manzana 009.....	51
<b>Gráfica 6.20.</b> Manzana 0010.....	51
<b>Gráfica 6.21.</b> Manzana 011.....	51
<b>Gráfica 6.22.</b> Manzana 012.....	52
<b>Gráfica 6.23.</b> Manzana 006.....	52
<b>Gráfica 6.24.</b> Manzana 0007.....	52
<b>Gráfica 6.25.</b> Manzana 00010.....	53
<b>Gráfica 6.26.</b> Manzana 010.....	53
<b>Gráfica 6.27.</b> Manzana 0011.....	53
<b>Gráfica 6.28.</b> Manzana 0012.....	54
<b>Gráfica 6.29.</b> Manzana 025.....	54
<b>Gráfica 6.30.</b> Manzana 026.....	54
<b>Gráfica 6.31.</b> Manzana 027.....	55
<b>Gráfica 6.32.</b> Manzana 0028.....	55
<b>Gráfica 6.33.</b> Manzana 029.....	55
<b>Gráfica 6.34.</b> Manzana 030.....	56
<b>Gráfica 6.35.</b> Manzana 031.....	56
<b>Gráfica 6.36.</b> Manzana 045.....	56
<b>Gráfica 6.37.</b> Manzana 046.....	57
<b>Gráfica 6.38.</b> Manzana 047.....	57
<b>Gráfica 6.39.</b> Manzana 049.....	57
<b>Gráfica 6.40.</b> Manzana 0050.....	58
<b>Gráfica 6.41.</b> Manzana 051.....	58
<b>Gráfica 6.42.</b> Manzana 066.....	58
<b>Gráfica 6.42.</b> Manzana 067.....	59
<b>Gráfica 6.43.</b> Manzana 068.....	59

	xiv
<b>Gráfica 6.44.</b> Manzana 069 .....	59
<b>Gráfica 6.45.</b> Manzana 070 .....	60
<b>Gráfica 6.46.</b> Manzana 071 .....	60
<b>Gráfica 6.47.</b> Manzana 0071 .....	60
<b>Gráfica 6.48.</b> Manzana 086 .....	61
<b>Gráfica 6.49.</b> Manzana 087 .....	61
<b>Gráfica 6.50.</b> Manzana 088 .....	61
<b>Gráfica 6.52.</b> Manzana 089 .....	62
<b>Gráfica 6.53.</b> Manzana 090 .....	62
<b>Gráfica 6.54.</b> Manzana 091 .....	62
<b>Gráfica 6.55.</b> Manzana 106 .....	63
<b>Gráfica 6.56.</b> Manzana 107 .....	63
<b>Gráfica 6.57.</b> Manzana 108 .....	63
<b>Gráfica 6.58.</b> Manzana 109 .....	64
<b>Gráfica 6.59.</b> Manzana 110 .....	64
<b>Gráfica 6.60.</b> Manzana 111 .....	64
<b>Gráfica 6.62.</b> Manzana z-01 .....	65
<b>Gráfica 6.63.</b> Manzana z-02 .....	65
<b>Gráfica 8.64.</b> Porcentaje de humedad vs resistencia tamaño grande.....	141
<b>Gráfica 8.65.</b> Porcentaje de humedad vs resistencia tamaño mediano.....	142
<b>Gráfica 8.66.</b> Porcentaje de humedad vs resistencia tamaño pequeño.....	143
<b>Gráfica 8.67.</b> Resistencia vs área.....	144

## Índice de Tablas

<b>Tabla 4.1.</b> Normativa.....	32
<b>Tabla 8.2.</b> Clasificación de suelo.....	123
<b>Tabla 8.3</b> Dimensionamiento de moldes .....	131
<b>Tabla 8.4.</b> Dimensionamiento de adobes.....	131
<b>Tabla 8.5.</b> Porcentaje de humedad y resistencia tamaño grande. ....	140
<b>Tabla 8.6.</b> Porcentaje de humedad tamaño mediano.....	141
<b>Tabla 8.7.</b> Porcentaje vs resistencia tamaño pequeño .....	142
<b>Tabla 8.8.</b> Área vs resistencia. ....	143
<b>Tabla 10.9.</b> Dimensiones del adobe .....	180

**Índice de Anexos**

<b>Anexo 1.</b> Clasificación de suelos.....	184
<b>Anexo 2.</b> Compactación . .....	185
<b>Anexo 3.</b> Gravedad específica del suelo.....	186
<b>Anexo 4.</b> Ensayo del hidrometro .....	187
<b>Anexo 5.</b> Ensayo de compresión simple. ....	188

## Capítulo

### 1. Generalidades

#### 1.2 Problemática

En la parroquia de Vilcabamba, la arquitectura vernácula, es particularmente erigida con tierra, cuyos elementos predominantes para la construcción de viviendas, eran el adobe, tapia y bahareque, y en el caso de la cubierta, se utilizaba la teja y paja.

En los últimos años, se observa el empleo de materiales de construcción diferentes a los habituales en el sector, lo que hace que hoy en día, las viviendas de la parte rural del cantón Loja y específicamente en la parroquia Vilcabamba, utilicen un sistema constructivo diferente al tradicional de su entorno, he introduciendo nuevos elementos como son: ladrillo, bloque, fibrocemento, estructuras de concreto armado y metálica, entre otros; los mismos que han sustituido a los materiales de tierra tradicionales, lo cual hace que cambie la imagen urbana del sitio, dando lugar a una contaminación visual del sector; por otro lado, la falta de conocimiento y su proceso de producción del adobe, hace que los habitantes, tengan una mala imagen del mismo, permitiendo que se desvalorice y se desaproveche esta tradición.

Según los datos del último censo del año 2010, nos indican que el 58.15 %, de las viviendas que se han construido a base de tierra, el 36.6 %, son edificadas con materiales de bloque y ladrillo; y, un 5.25 %, esta edificado con materiales de bareheque, madera, y otros, sin embargo, en el presente estudio, a partir de un análisis preliminar de inspección de las viviendas, demuestra que la construcción en tierra, ha decaído un 28.27 %, promoviendo un crecimiento y mayor demanda de bloque y ladrillo, demostrándose con ello, un incremento

de estos materiales del 53.19 %;y, un 18.54 % , en relación de otros materiales. De tal manera que, el motivo de preocupación, radica principalmente en la aplicación de los diferente materiales foráneos en la construcción, desplazando los materiales tradicionales locales, los mismos que se han desvalorizado por la introducción de nuevas técnicas de construcción, las que han desplazado al adobe, el mismo que se caracteriza como un material utilizado en distintas culturas, por tal motivo, la presente investigación, tiene como finalidad, revalorizar, mejorar y dosificar el adobe, para tecnificar un sistema constructivo, de tal manera que, se logrará obtener una adecuada conformación de arcilla, limo y arena, en proporciones correctas, para la creación del elemento (adobe), así mismo, contar con una fuente de información, para la clasificación e identificación correcta de la materia prima, aplicando métodos empíricos y prácticos, y que a no dudarlo, servirán para su proceso de elaboración del adobe. De esta manera, se podrá contar con adobes, que tengan la resistencia requerida y sea utilizada como material portante, el mismo que pueda ser aplicado, para los diferentes usos de en una vivienda, logrando así, rescatar los métodos de construcción antiguos, y proporcionar información de las ventajas del adobe.

Este será un material permisible, económico, eficiente y ecológico, que se integrara fácilmente con el medio natural, luego de cumplir con su vida útil, el mismo que se constituirá de suelo (tierra) y agua.

De esta manera, se llegara a recuperar la técnica de construcción en tierra (adobe), de una manera ordenada y segura, que contara con diseños confiables, bajo normas constructivas que ayudaran en un futuro a revalorizar el material.

### **1.3. Justificación**

La propuesta está enfocada en realizar un tipo de adobe (optimizado), que cumpla con los estándares permisibles en resistencia y calidad, que accedan el uso del suelo seleccionado, y la vez, se pueda aplicar en la construcción, como por ejemplo: mamposterías, que permitan la elaboración de una edificación; además, se lograra mejorar la situación de habitabilidad sustentable, en cuanto a su utilización y aplicación en nuestro medio.

Adicionalmente, se realizará un análisis del entorno, para determinar y catastrar canteras, que serán útiles para el abastecimiento de materia prima, y optimizar la producción de los mismos.

Tener un material de características adecuadas para la elaboración de adobes, con una buena resistencia a la compresión, es lo que se deberá lograr, a base de los ensayos del laboratorio de Mecánica de suelos, y la recuperación de información, con el aporte de los nativos o moradores del sector, optimizando sus saberes ancestrales y experiencias, para la ejecución y aprovechamiento técnico de sus diferentes aplicaciones del material (adobe).

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

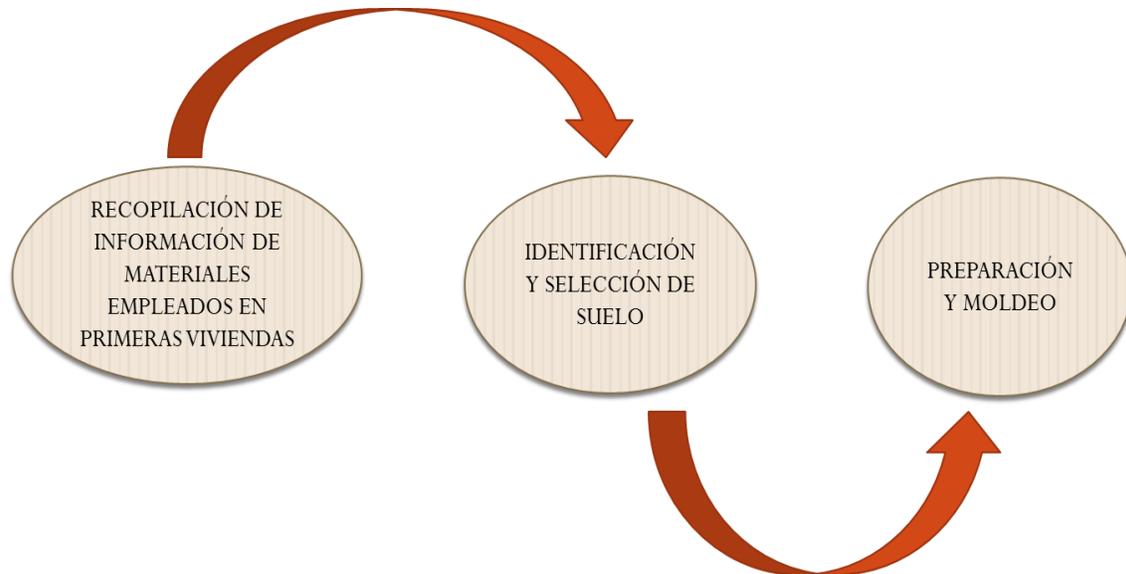
Determinar la composición óptima del adobe, con alta resistencia, dosificaciones adecuadas y dimensionamiento, para su aprovechamiento en la construcción de viviendas en la Parroquia Vilcabamba

### **1.4.2. Específicos**

- Elaborar un registro de canteras en la Parroquia Vilcabamba, que cumplan con las características geotécnicas apropiadas, para la elaboración de adobes que se utilizaran en sistemas constructivos ancestrales.
- Elaborar un adobe con mayor resistencia a la compresión, considerando los porcentajes adecuados que se aplican para su conformación, analizados a través de ensayos de Mecánica de suelos que contribuyan el adobe propuesto.
- Desarrollar una guía práctica, para el uso y aplicación del adobe analizado para una vivienda.

## 1.5. Metodología

El estudio consta de tres partes constitutivas, divididas en:



Aplicando la investigación científica utilizamos el método exploratorio el cual nos ayudara para la recopilación de información de los materiales empleados en las primeras viviendas, las que se encuentran localizadas en el sector de estudio, para luego emplear el método descriptivo de tal manera que se pueda conformar una base de datos, y por último el método explicativo, el cual nos ayudara para analizar las muestras de materiales existentes en la zona, que servirán en lo posterior para la fabricación y dosificación del adobe, de esta manera se realizara la elaboración de un mapa de canteras existentes en la zona, basado en un análisis de suelos.

- **Método Explorativo:** Para la recopilación de información, se lleva a cabo una encuesta técnica, con la cual se pretende conocer el estado actual del sector y los tipos de

materiales utilizados dentro de la construcción, que han evolucionado en estos últimos tiempos, en la Parroquia de Vilcabamba.

- **Método Descriptivo:** Para comprobar las propiedades del adobe, será necesario realizar ensayos de clasificación de suelos, éstos nos permitirán evaluar las condiciones físicas y químicas para la elaboración del adobe, en base a granulometría, límites de plasticidad y, posteriormente la elaboración de los mismos, para ser comprobados mediante su rotura y así conocer la resistencia a la compresión.

- **Método Explicativo:** Se tomaran muestras de suelos, para su respectivo análisis, en puntos específicos dentro de la zona de estudio, de tal forma que, servirá para determinar las canteras existentes, las que serán identificadas en un mapa, que servirán además, de abastecimiento de materia prima, para la producción de adobes, con un respectivo control de calidad, que deberá cumplir, con las características necesarias para su fabricación.

Es por esto que, la presente investigación, busca optimizar la calidad de la producción del adobe, a partir de análisis y ejecución, desde su elaboración, para obtener un material recomendable y de alta resistividad, además, para garantizar su aplicación y confiabilidad en la construcción de nuevas edificaciones.

Para el diagnóstico del sitio, es necesario realizar una visita de carácter técnico en el sector de Vilcabamba, considerando como objetivo principal, conocer los materiales empleados en la construcción de viviendas, mediante un mapeo localizadas en la cabecera Parroquial de Vilcabamba, así mismo, se tomara una muestra representativa, (una manzana), que contara con el mayor número de viviendas construidas en tierra, para analizar su sistema constructivo, de esta manera, podremos determinar el uso y su capacidad como material portante.

## Capítulo

### 2. Marco teórico

#### 2.1. Arquitectura tradicional y sus materiales

Los inicios de la arquitectura vernácula en la humanidad, parten de las necesidades básicas del ser humano, de resguardarse de los animales salvajes y fenómenos naturales, esto hace que en sus inicios, el hombre, busque un determinado lugar para su refugio, originalmente encontramos en las cuevas, las mismas que con el tiempo, fueron evolucionando de manera significativa, en donde surgen las primeras necesidades del hombre, como es la ventilación, la iluminación, el espacio para desarrollar diferentes actividades, y así vemos que en un inicio, se comenzó a utilizar materiales de construcción que se encontraban cerca, e implementar materiales sustentables, que sean útiles para su edificación, los mismos que son de fácil producción.

La arquitectura vernácula, utiliza una técnica constructiva, que ayuda a la edificación de viviendas con materiales locales y de fácil acceso para su construcción, logrando así, una vivienda confortable, que considera algunos factores para su habitabilidad tales como, el asoleamiento, la ventilación, la iluminación para reducir el consumo energético, producido por fuentes artificiales dentro de la edificación para su climatización.

En el Ecuador, existen diferentes tipos de arquitectura vernácula, cada tipo, en función de la diversidad de climas, las mismas que cuentan con diferentes características meteorológicas, por lo que existen diferentes técnicas constructivas, y que bien pueden ser aplicadas en toda la región del Ecuador, considerando su entorno, relacionado directamente con los materiales que prevalecen en el sector.

## **2.2. Materiales utilizados en la arquitectura tradicional.**

En las diferentes regiones del país, se considera el material predominante y favorable existente, que surge en el área de una comunidad, se analiza el tipo de vivienda que se acentúa en cada zona, e impone las características que el ser humano, necesita en ese ambiente. Los materiales analizados son: madera, barro, piedra o en el caso del oriente, la guadua, bambú, donde son materiales sostenibles y, que pueden ser integrados a la naturaleza, después de cumplir con su vida útil con facilidad, evitando así, alterar el medio ambiente, por medio de la adecuación de escombreras ilegales.

### **2.2.1. Madera.**

La madera, se considera parte de las edificaciones construidas por el hombre desde la antigüedad, de tal manera que él, esté ligado al trabajo y utilice herramientas hechas con este material, el mismo que se utilizó para la elaboración de sus primeros refugios o abrigos naturales, el cual buscaba que le proporcionen seguridad, empezando con la elaboración de chozas, con ayuda de hachas, cuchillos, fabricados originariamente de piedra, lo que le permitían cortar este tipo de material para la conformación de la vivienda, que ha sido proporcionado por la naturaleza, donde existen una gran variedad de maderas, según el medio donde se encuentre, modificado obviamente, de acuerdo al tipo de clima existente; en la actualidad, la madera, es tratada para un mejor uso y aplicación dentro de la construcción, puesto que, es un material compacto, que proviene de los árboles.

### **2.2.2. El barro.**

Las primeras civilizaciones que construyeron con tierra, fueron los persas y los egipcios, donde sus edificaciones, tienen una altura cerca de 30 metros aproximadamente, así apreciamos que éstas, se encuentran situados en Tobouctou en Mali, Marrakech en

Marruecos; en la antigüedad, fueron hechas de tierra cruda, un material de construcción que se encontraba disponible en cualquier parte del mundo, material que se empleó, para levantar castillos, murallas, ermitas, mezquitas, graneros, molinos y viviendas populares, en lugares como el Sahara, el Magreb, África Central y Oriental, América Latina, o toda Europa, incluyendo también, lugares lluviosos como Suecia, Noruega y Dinamarca.

Finalmente, se puede decir, que la presencia de viviendas en la actualidad de la tierra cruda, se da también, en los países con mayor necesidad de viviendas y menos recursos económicos, como se presenta el caso de África, Oriente Medio y América Latina.

En China e India, hay más de 50 millones de viviendas construidas con tierra, también se encuentran en zonas como Europa, puesto que la tierra, es ignorada en la construcción actual, aún forma parte del paisaje urbano de cada ciudad, que se identifican poblaciones rurales, donde se mantienen algunas viviendas como patrimonio de tierra.

En las edificaciones de tierra, se puede considerar a este material para la construcción en paredes, suelos, el cual tiene una composición adecuada para su uso donde se puede aprovechar correctamente sus propiedades. (<http://www.ecoagricultor.com/casas-de-tierra-las-ventajas-del-barro-como-material-de-construccion/pdf>.)

Las ventajas que puede tener este material, son de extraer la humedad dentro de una vivienda, también conserva calor y lo cede, lo cual influye en zonas áridas, contribuyendo con un aislamiento adecuado, de tal forma que disminuya la contaminación ambiental, así mismo, este material puede ser reutilizable y no será necesario buscar una escombrera al momento de desecharlo. En cuanto a su costo de producción, es generalmente barato, y ayuda a preservar los materiales que se encuentren en contacto con el mismo.

Por otro lado, el barro también tiene sus desventajas, como son la de contraerse al secarse y no ser un material impermeable, puesto que necesita ser protegido por los fenómenos naturales, específicamente de la lluvia y de las heladas, finalmente, podemos decir, que es un material, el cual depende de su composición, de la manera y el lugar donde se lo extrae.

Los tipos de construcción más conocidos son:

**2.2.2.1.El tapial o tierra apisonada:** La cual está conformado por capas de 10 a 15 cm para luego ser compactada con un pisón. La compactación, se realiza cuando este material se encuentre húmedo para tener una mejor adherencia.

**2.2.2.2.Bahareque:** Este es un método más antiguo que los dos anteriores por lo general es una pasta líquida que es adherida en una malla de carrizo.

### **2.2.3. La piedra.**

Los primeros inicios de la construcción en piedra, fueron aproximadamente hace 11.600 años. Por lo que esto fue el resultado de la necesidad de refugio de los fenómenos naturales que vivía el hombre en esa época, y la defensa de animales salvajes o grupos de tribus que existían en ese período; lo cual era reconocido como un recolector, cazador, y nómada, lo que hizo que al pasar el tiempo, este se convirtiera en un agricultor, el cual tenía que desarrollarse en una sociedad. Se vio obligado a encontrar nuevas necesidades, las cuales las resolvió con la ayuda de la piedra, dando así lugar a las herramientas hechas en este material como hachas, flechas, etc. herramientas que además le servirían para la caza, y su uso, para implementar materiales de construcción de viviendas, las que eran realizadas con piedra que podían ser sacadas, sin necesidad de algún material adherente al momento de unir las, sin embargo, existía la dificultad de unir ciertas piezas para conformar muros.

Este material, tiene la ventaja de poderse conservar debido a su composición.

#### **2.2.4. La guadua o bambú.**

Este material, es relacionado con los criterios de Feng – Shui, lo que implica que hace 3000 años, ya se utilizó en China y Japón, el cual existía una relación entre hombre y su medio en el cual se encontraba. Es un material, económicamente aplicable, que con el pasar del tiempo, éste, tuvo un gran desarrollo tecnológico, durante su procesamiento.

La guadua, puede alcanzar hasta 30 m de altura, con un diámetro de 22 cm, se pueden diferenciar dos tipos de guadua, como aquellas que se dan en Colombia: La Guadua angustifolia bicolorla, y, Guadua angustifolia Nigra, estas guaduas, cuentan con propiedades físico mecánicas propias, que ayudan a su conservación y durabilidad, generalmente, en el mundo se dan 1000 especies, y 500 de estas especies, encontramos en América; Se dice, que la guadua es un recurso abundante, un importante fijador de dióxido de carbono, el mismo que no libera el gas retenido, si no que permanece fijo al momento de su aplicación, también, evita que existan deslizamientos de suelos, ya que es ideal ser sembrado en áreas que tengan este tipo de inconvenientes, ya que tienen una gran capacidad de almacenamiento de agua. (<http://www.ecoagricultor.com/casas-de-tierra-las-ventajas-del-barro-como-material-de-construccion/pdf.>)

#### **2.2.5. El Adobe.**

El adobe es un tipo de material utilizado para la elaboración de viviendas. Está formado por una masa creada a partir de arcilla y arena, con vestigios de paja, la cual una vez moldeada en forma de ladrillo, es puesta al sol para su secado.

### **2.2.5.1.Historia**

El término “adobe”, en castellano, aunque con la grafía “adoves”, aparece por vez primera, ya en 1139-1149, en el llamado “Fuero de Pozuelo de Campos” (hoy Pozuelo de la Orden, en la Provincia de Valladolid).

La primera ciudad en la que se ha utilizado el adobe para la construcción de viviendas, es Catal Huyuk, la que se encuentra ubicada en la península de Anatolia. La particularidad de esta ciudad, es que su urbanismo, es muy particular, por lo que cuenta con casas apiñadas unas con otras, sin dejar espacios para una vía de acceso.

El adobe ya se utilizaba en las primeras civilizaciones, tales como Ur, Uruk, Kish, Lagash; las mismas que se encontraban cerca de los más grandes ríos en los cuales predominaban la arcilla y la arena.

Gayo Plinio, menciona el uso del adobe en la construcción de torres y Atalayas de España, indicando en particular el empleo de la tapia. De esta manera, es que un gran porcentaje de iglesias, murallas y otras edificaciones, se han llegado a construir con dicho material.

Los edificios como la Alhambra de Granada, o como el centro histórico de Córdoba en Andalucía o Daroca en Aragón, son ejemplares de arquitectura con tierra cruda.

En el Norte de África, las ciudades son construidas en tapial y adobe, las mismas que se puede observar en Marruecos, las mismas que en la actualidad se encuentran aún en un buen estado.

En África, la ciudad de Tombuctú, fue construida en tapial y adobe, cerca del río Niger ubicado en Malí.

La construcción con tierra cruda en América, se da por la llegada de los españoles, aunque esta técnica ya había sido empleada por los nativos.

En los yacimientos arqueológicos prehispánicos de Paquimé, y la cultura denominada Casa Grandes en Chihuahua (México), utilizaba adobe y tapial. También los llamados Anasazi o indios Pueblo, en el sur de Estados Unidos y México, utilizaban el adobe, que era denominado como “Jacal”.

En América del Sur, en los tiempos prehistóricos, se empleaba el adobe, como un elemento constructivo. La ciudad de Chan Chan ubicada en Perú, fue construida a base de tierra cruda. En la actualidad, la construcción en tierra, se encuentra difundida en toda América. (Pérez R. L., 1990, pág. 13)

**Figura 2. 1. Muro de vivienda en México.**



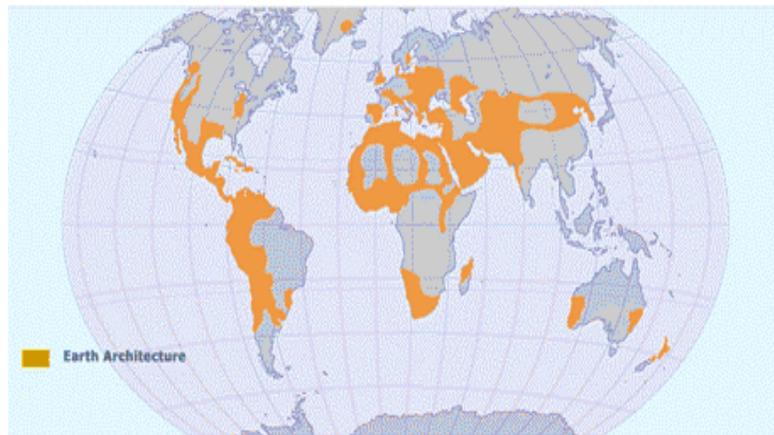
Fuente: (Pérez R. L., 1990)

Elaborado por: El autor

El adobe, es una técnica constructiva, la misma que relaciona las tradiciones locales con los nuevos materiales, los que son empleados en la actualidad.

La expansión del uso de adobe en la construcción, aparte de las áreas geográficas mencionadas anteriormente, también abarca otras zonas, como: Asia, Australia, Sudáfrica o Groenlandia.

**Figura 2.2. Expansión de la técnica de la construcción con tierra cruda.**



Fuente: (Pérez R. L., 1990)

Elaborado por: El autor

En la actualidad, algunos profesionales del ámbito de la construcción, siguen utilizando el adobe en combinación con cimientos, columnas, muros y losas por las características que posee.

El uso de una arquitectura en adobe, se debe al ahorro de energía que se aplica en las edificaciones. El adobe, sirve como un aislante térmico, el cual reduce las demandas de energía para refrescar o calentar las viviendas.

Por otra parte, los problemas típicos que se presentan en las construcciones en tierra cruda, es su absorción a la humedad del suelo por capilaridad; donde una solución bastante frecuente es, utilizar un cemento hidrófugo, el cual actuara como una barrera impermeable, un metro aproximadamente de altura sobre el nivel del suelo, el mismo que será un cimiento de piedras, o a su vez, puede remplazarse con uno de hormigón. (Pérez R. L., 1990, pág. 17)

### 2.2.5.2. Fabricación del adobe

Para la conformación de los muros de tapia o adobe, se utiliza menos energía que para fabricar otros materiales convencionales. Para la producción de ladrillos o de bloques de hormigón, así como cementos, es evidente que se recurre a la quema de combustibles fósiles, para lograr obtener altas temperaturas que son necesarias para su procesado industrial.

De esta manera, se puede evidenciar, que el adobe y el tapial, se fabrican a mano, y se deja secar al Sol, lo cual requiere una energía de 2000 BTU para fabricarse, (es así que la mayoría de las ocasiones el material es de origen renovable, limpio y natural); mientras que el ladrillo, necesita 15 veces más energía (30.000 BTU), por lo que es necesario la quema de combustibles, lo cual emiten  $Co_2$  (*dioxido de carbono*). <http://www.sitiosolar.com/la-construccion-con-tierra-cruda-el-adobe-y-la-tapia/>

**Figura 2.3. Fabricación del adobe.**



Fuente: (Sitiosolar.com, 2016)

Elaborado por: El autor

### 2.2.5.3. Fabricación del adobe antisísmico

La utilización del adobe tradicional en América Latina, se ve afectada por fenómenos naturales, tales como terremotos; los mismos que, producen daños que son reflejados en las

estructuras construidas a base de tierra, las que presentan una alta vulnerabilidad sísmica, produciendo el colapso total de varias edificaciones.

Las principales razones de derrumbe y vulnerabilidad sísmica en las construcciones de adobe, se debe al desconocimiento y al mantenimiento del material (adobe), a las intervenciones inadecuadas sobre su estructura, y a las construcciones realizadas de forma precaria, o sin el conocimiento adecuado sobre el sistema constructivo, no teniendo en cuenta, características básicas de su construcción, tales como proporciones de altura y espesor, mezcla adecuada del material, correctos morteros, entre otros. (Rodríguez, Costa Rica en el siglo XX., 2004, pág. 90)

### **Características del adobe**

- La resistencia del adobe, es inferior en comparación con otro tipo de material como el ladrillo; sin embargo, si es construido de manera correcta y técnicamente, con un buen tipo de mantenimiento que se le dé, tiene una vida útil de 100 años.
- Por su característica natural físico-química, el adobe, presenta resistencia al fuego, lo que se puede comparar con otros materiales, tales como el acero y el ladrillo.
- Para su elaboración, se lo realiza de manera manual, ya que presenta un proceso constructivo sencillo, y se lo encuentra en lugares accesibles, óptimos, y fáciles para su fabricación.
- El adobe, tiene la capacidad de regular la temperatura interna en las construcciones debido al espesor, conserva la frescura en tiempo de verano y, suministra calor en el invierno.

- Se debe tener en cuenta que el agua ablanda el adobe, por lo que, es necesario la protección, utilizando aleros, con suficiente cobertura hacia la zona donde proviene la lluvia, se debe considerar en la correcta construcción de cimientos.
- No es aconsejable recubrir las superficies con mortero, ya que este, es permeable al vapor de agua, y hace que conserve humedad interior, tornándose vulnerable y que se deteriore fácilmente.
- Son estructuras sensibles a fenómenos naturales, como temblores y terremotos.

(Pérez R. L., 1990, pág. 25)

### **2.3. Desarrollo y evolución de nuevos materiales en la arquitectura tradicional actual**

Se puede apreciar que el progreso que existe en los nuevos materiales y la aplicación dentro de la construcción de viviendas, permite un desarrollo evolutivo dentro de las edificaciones con características particulares, como muros transparentes u opacos, según su climatización o el ambiente, los mismos que podrán ser movilizadas con facilidad de un lugar a otro; lo que hace que se permita obtener una mayor complejidad, y a su vez seguridad en una edificación.

### **2.4. Historia y evolución de los materiales de construcción**

En el comienzo de las primeras civilizaciones, los materiales en conjunto con la energía son utilizados por el hombre. De esta manera, se puede identificar que las primeras edades son clasificadas por sus nombres, que van de acuerdo al material desarrollado en la cual fue una época en nuestra evolución, como por ejemplo, la edad de piedra, en donde las primeras herramientas y armas para cazar eran, de ese material, en la edad de bronce, se desarrolló el tratamiento de los metales, la misma que es remplazada por la edad de hierro, por ser un material más fuerte y tener más aplicaciones, etc. Todos estos productos que fueron utilizados

por el hombre, fueron para mejorar su nivel de vida.

<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/arte/concreto>

#### **2.4.1. Bahareque**

El Bahareque, o bajareque, se denomina a un sistema constructivo, que parte de maderos entretejidos, con cañas, zarzo o carrizo y barro.

Esta técnica, se ha utilizado desde épocas muy remotas, para la construcción de viviendas localizadas en pueblos indígenas de América.

**Figura 2.4. Rancho en el llano venezolano construida mediante bahareque**



Fuente: (Rodríguez, Costa Rica en el Siglo XX, 2004)

Elaborado por: El autor

El bahareque, es un material característico de los pueblos Americanos, dentro de los tipos de material está el embutido, esterilla y el tejido. También se puede evidenciar en las comunidades Caribes localizadas en el interior de Colombia, que cuentan con viviendas construidas a base de materiales tradicionales naturales, como pilotes estructurales de madera, cubiertas de dos aguas, las mismas que son elaboradas con hojas de palmera, un encofrado en esterillas guadua relleno por una argamasa de diversos materiales de origen

vegetal, compactada mediante golpes con un "pisón", y recubiertas de una capa de lustre con algún tipo de cal; sus patrones, siempre siguen formas rectangulares, las mismas que son utilizadas para el inmobiliario interno, que es elaborado completamente con materiales disponibles que se encuentran en el lugar. "Los antiguos pobladores de la región andina utilizaron la guadua, logrando implementar un principio del bahareque rústico con material de guadua y al igual que la esterilla para lo cual necesita un encofrado de diversos materiales que sea compactado a golpes mediante un "pisón"; las técnicas locales que anteriormente eran descartadas, de tal manera que surgieron alrededor de 1880, dando como resultado el "bahareque de tierra y cagajón", cita Jorge Robledo. (Pérez R. , 1990, págs. 19,20)

#### **2.4.2. Yeso.**

Es un producto, preparado a partir de una roca natural que se denominada aljez y se logra mediante deshidratación, el mismo que puede modificarse, adicionando otras sustancias químicas para lograr diferentes características de fraguado, la resistencia, adherencia, retención de agua y densidad, pueden ser utilizados una vez que estén en contacto agua, y puede ser utilizados directamente.

**Figura 2.5. Muestra de yeso molido**



Fuente: (Rodríguez, Costa Rica en el Siglo XX, 2004)

Elaborado por: El autor

### **2.4.3. Cemento.**

Es un material que se forma a partir de la mezcla de caliza y arcilla calcinada, las que molidas, adquieren la propiedad de endurecer al contacto con el agua. Al ser mezcladas con agregados pétreos (grava y arena) y una cantidad considerable de agua, crea una masa uniforme, moldeable y plástica, la cual fragua durante un determinado lapso, se endurece, adquiriendo consistencia y resistencia, la que finalmente se denomina hormigón, generalmente, su uso está ligado a la construcción. (Pérez R. , 1990, págs. 27,28)

#### **2.4.3.1. Tipos de cemento**

Los tipos básicos de cementos son:

- De origen arcilloso: Los cuales son obtenidos a partir de arcilla y piedra caliza en una proporción alrededor de 1 a 4.
- De origen puzolánico: Estos puede ser de origen orgánico o volcánico.

Los tipos y aplicación de cementos existentes hasta la actualidad, se basan por su composición, sus propiedades de resistencia y durabilidad.

Para lograr una pasta de hormigón homogénea, es necesario realizar una mezcla de: cemento, arena, grava y agua, la misma que dará diferentes resistencias, de acuerdo a las proporciones de cada uno de los materiales que intervienen.

Se puede definir que la arena, es un conglomerado de rocas disgregadas, lo que indica que es un material compuesto de partículas, cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros.

El sílice, es un material que es parte de las arenas, se presenta en forma de cuarzo y se encuentra en tierras continentales y en costas no tropicales. De tal forma que, la composición tiende a variar de acuerdo a las formaciones de la roca, ya que en algunos lugares, existe la presencia de arena que contiene hierro, feldespato o, incluso, yeso. (Shackelford, 2005, págs. 40,41)

#### **2.4.4. Madera.**

Es un material que se encuentra en la parte interior del tronco de un árbol. Una vez cortada, es parcialmente secada, y así, poder ser utilizada.

Los principales componentes son: la celulosa, un polisacárido el mismo que lo constituye la mitad del total del material, la lignina que tiene una proporción del 25 % aproximadamente, el mismo que es un polímero resultante de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropiónicos los cuales proporcionan la dureza y protección, y un 25 % de la hemicelulosa la cual actúa como un adherente cuya función es de unir las fibras. (Pérez R. , 1990, pág. 32)

#### **2.4.5. Ladrillo.**

Se denomina como una pieza o bloque dentro del ámbito de la construcción, generalmente las dimensiones que tiene, permiten ser de fácil movilización y puede ser colocado por un solo operario; se lo emplea para la edificación de viviendas.

**Figura 2.6. Producción de ladrillo**



Fuente: (Pérez R. , 1990)

Elaborado por: El autor

La aparición de los ladrillos fue hace unos 11.000 años, utilizados como un elemento que sirven para la construcción. Los primeros agricultores en utilizarlos, fueron en el periodo neolítico, pre cerámico, ya que en donde levantaron sus primeras ciudades, existía la madera y la piedra.

Los sumerios y babilonios, elaboraban ladrillos para luego ser secados al sol; sin embargo, para fortalecer sus muros y murallas, los recubrían con ladrillos cocidos, ya que estos tenían una mejor resistencia, los cubrían con esmaltes, para conseguir efectos decorativos y las dimensiones fueron cambiando de acuerdo con el tiempo.

#### **2.4.6. Arcilla.**

Está constituida por silicatos de aluminio hidratados, que proceden de la descomposición de minerales de aluminio. Se presenta de diversas tonalidades, según las impurezas que contiene, generalmente es blanca cuando es pura.

Las arcillas, surgen de la descomposición de rocas que contienen feldespato, que originan un proceso natural que dura decenas de miles de años.

Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza, al calentarla por encima de 800 °C. La arcilla endurecida mediante la acción del fuego, fue la primera cerámica elaborada por los seres humanos, y aún es uno de los materiales más baratos. (Mancini & González-Viñas, 2003, pág. 102)

#### **2.4.7. Hormigón.**

Es un material que resulta de la mezcla de cemento con áridos (grava, arena) y agua, que se convierte en una pasta moldeable y manejable y toma una dureza dependiendo del tiempo de fraguado. El resultado de unir cemento, arena y agua, se denomina mortero, que es utilizado para acabados.

La principal característica del hormigón, es resiste a los esfuerzos de compresión, pero no tiene un buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos como: tracción, flexión, cortante, etc., por lo que, se debe asociar con el acero, recibiendo el nombre de hormigón armado, o concreto pre-reforzado. (Callister, 1997, pág. 67)

#### **2.4.8. Acero.**

Los Primeros restos arqueológicos del acero, datan del año 3000 a. C, que fueron descubiertos en Egipto, proviene del latín "aciarius", que significa, metal adecuado, por su dureza y resistencia. La técnica para obtener hierro, es a partir de la fusión de minerales. (Sanderson, 2006, págs. 19,20)

## Capítulo

### 3. Marco Conceptual y filosófico

#### 3.1. Construcción en tierra.

Se puede considerar que la tierra, es uno de los materiales que más se ha utilizado dentro de la construcción, por lo que, las generaciones más antiguas usaron este material (tierra) para la elaboración de viviendas, dando como resultado, a fortalezas, palacios y obras religiosas.

Hoy día, una pequeña parte de la humanidad, habita en viviendas que tienen como material predominante la tierra, el mismo que se continúa utilizando dentro de construcción, aplicando diferentes técnicas, y una variedad de forma para los diferentes usos que se le puede dar.

##### 3.1.1. Vivienda.

Es una construcción que cumple con la función de ofrecer refugio a las personas, de tal manera que las protege de las inclemencias climáticas existentes en la naturaleza.

##### 3.1.2. Calidad de vida.

Se puede denominar como una evaluación que se caracteriza, de acuerdo con el bienestar físico, material, social, desarrollo y emocional.

#### 3.2. Adobe.

Es un elemento formado por una pasta de barro (arcilla, limo, arena) y algunos componentes naturales como excrementos de animales, paja seca etc. Se elabora con tierra, el cual contiene características específicas como el grado de plasticidad, para luego ser moldeado en forma rectangular el cual se deja secar al ambiente con ayuda del sol.

### **3.2.1. Características del adobe.**

#### **- Humedad.**

La humedad del suelo, está relacionado con a la cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un terreno determinado.

#### **- Plasticidad.**

Es la propiedad en la cual expresa la magnitud de las fuerzas que se aplica en las películas de agua dentro del suelo, el cual permita ser moldeado sin fragmentarse hasta un determinado punto, con el fin de lograr un efecto resultante de una presión y una deformación. Esto nos ayudara para verificar la calidad del material a utilizar, y determinara si se trata de una arcilla, arena o arcillo – arenosa.

#### **- Resistencia.**

Para lograr una mejor resistencia, se deberá tomar en consideración los componentes adecuados y el dimensionamiento de los bloques de tierra, que serán considerados para su elaboración.

### **3.3.Agregado.**

El agregado se puede definir como la estructura que lo conforma al suelo, en el que se observa, la agrupación de las diferentes partículas tales como arena, limo y arcilla.

En el momento de que dichas partículas individuales se agrupan se denominan agregados.

#### **3.3.1. Características del agregado.**

##### **- Granulometría.**

Es un ensayo, que se realiza para identificar la gradación de suelo que se encuentra en un determinado lugar, tomando como base una muestra representativa del material que se quiere clasificar mediante la distribución de partículas, que se logra al ser pasado por una serie de

tamices, los mismos que identifican las proporciones retenidas como: grava, arena, limo y arcilla; de tal forma que se expresa en porcentaje con respecto al peso del suelo seco.

- **Tamizado.**

Es un instrumento destinado para saber el dimensionamiento de las partículas que está compuesto el suelo, la serie de tamices consta de una serie gruesa, y serie fina de acuerdo con la normativa ASTM; los designa por medio de pulgadas y números, con la finalidad de obtener el tamaño del agregado.

**3.4. Ensayo de penetración estándar o S.P.T. (Standard Penetration Test).**

Se realiza este tipo de ensayo, para determinar las características geotécnicas del suelo, que consiste en apreciar la dureza o la capacidad portante, mediante el número de golpes que sea necesario para la penetración de 45 cm de una cuchara partida, que será dividida en tres partes de 15 cm; esta deberá tener un diámetro interno de 35 mm, lo que permitirá tomar muestras inalteradas a cada metro, para luego, ser estudiadas en un laboratorio de suelos.

**3.4.1. Clasificación e identificación de suelos.**

- **S.U.C.S. (Unified Soil Classification System)**

Es un Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, se determina la textura y tamaño de partículas existentes en un suelo.

- **Limo.**

Es un componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca, con tamaños comprendidos entre 0.002 mm y 0.08 mm.

- **Arcilla.**

Se define como una roca que se encuentra sedimentada, formada por distintos agregados como silicatos de aluminio, que provienen de la descomposición de rocas, como el granito.

- **Grava.**

Son rocas formadas por clastos, que tienen en una dimensión de 2 a 64 milímetros, las cuales pueden variar su tamaño mediante una trituradora, empleada y manipulada por el hombre.

### **3.5. Sustentabilidad ambiental**

Tomando como referencia el presente estudio en la parroquia Vilcabamba, para la aplicación del adobe dentro de la construcción, es necesario implementar una estrategia de reserva, mediante actividades productivas sustentables, que requieren una transformación de la matriz productiva.

Según la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, destaca que el presente proyecto es sustentable porque se fundamenta en los cuatro aspectos importantes para su aplicación:

- **Económico:** Por cuanto se optimizan los materiales utilizados para su elaboración obteniendo un excelente material con alta resistividad y menor costo.
- **Ambiente:** Mejora el hábitat natural del sector por cuanto disminuye la contaminación a partir de los materiales más laborados como el hormigón y acero, etc.

- **Cultura:** Recupera los saberes ancestrales, generando riqueza cultural en sus pueblos originarios.
- **Política:** Su enfoque principal será crear políticas que permitan disminuir costos o pagos en predios por utilizar este tipo de materiales.

Con esto, busca el impulso de recuperación del uso de materiales locales aplicados a la construcción y evitar que existan contaminantes en productos utilizados para la elaboración de viviendas, y disminuir significativamente la presión sobre el medio ambiente a largo plazo.

Tomando como base la información que se recopila en el Plan del buen Vivir, el clima del Ecuador en el año 2013 es diferente al del año de 1963.

### **3.6. Paradigmas de la utilización del adobe.**

El principal material predominante que usaban los pueblos indígenas de América hace varios años es el adobe para la construcción de viviendas.

El adobe presenta una opción factible para la falta de vivienda, a través de una propuesta del conocimiento de la materia prima, lo que implica que sus costos disminuyan, en un futuro, por el aprovechamiento del material de forma segura y correcta. Sin embargo, hoy en día la mayoría de las técnicas constructivas tradicionales que utilizan son consecuencia del conocimiento empírico.

Es por eso, que existen paradigmas en el método de aplicación del adobe para la construcción, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- **La resistencia:** Se ha comprobado en los ensayos de laboratorio, que al aplicarle una carga puntual al adobe, éste presenta un aplastamiento y no una fractura.

- **La vulnerabilidad:** El adobe se presenta como un material poco resistente ante un eventual fenómeno natural (sismo), el cual presenta afectaciones en el caso de las mamposterías ya que son muros rígidos.
- **El desgaste:** Debe ser protegido ante el agua y el viento ya que estos fenómenos socaban o desgastan el adobe de forma irregular deteriorando su parte afectada.
- **Forma:** En principio se utilizaban adobes de forma rectangular, actualmente se realizan edificaciones circulares tal como se indica en la figura.

**Figura 3.7.** Vivienda redonda



**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

- **Durabilidad:** Se puede decir que el adobe tiene un periodo de duración aproximado de 60 años según los estudios realizados en la parroquia Vilcabamba.

- **Resistente al fuego:** La tierra utilizada como material portante es resistente al fuego, el mismo que no presenta deterioros ante este fenómeno como lo es con el acero y el ladrillo.
- **Reintegración a la naturaleza:** Es reciclable y reutilizable, se puede integrar fácilmente con la naturaleza.
- **Limitación en altura:** Las viviendas de adobe se recomienda hasta dos niveles por la resistencia del material (tierra).
- **Aislante térmico:** Las viviendas construidas con adobe tienen un ambiente refrescante en época de verano y cálido en invierno, con relación al ladrillo y el hormigón o concreto.
- **Aislante sonoro:** El adobe es un material que aísla los ruidos exteriores, creando un ambiente tranquilo y relajado.
- **Ahorro energético:** Desde el punto de vista de su fabricación y elaboración de los adobes, no requiere gasto energético.

## Capítulo

### 4. Marco legal

#### 4.1. Normativa

La construcción en tierra en nuestro país, ha logrado tener una aceptación de manera desordenada, sin considerar la conformación y aplicación de los diferentes sistemas constructivos, los problemas que se presentan para la utilización de este material y la confiabilidad de los mismos, es por la falta de normativas que exijan el uso del adobe.

Por ello es que existen distintos tipos de normas, las mismas que se toman como referentes, y se encuentran en una fase experimental o en desarrollo en algunos países.

Se ha revisado información bibliografía, especialmente de normas respecto a esta materia, sobre parámetros existentes para la ejecución de nuestra investigación, y consideramos las más importantes, las siguientes:

Normas peruanas NTE 080. (Norma Técnica de Edificación).

Norma Española UNE 41410-2008 (Una Norma Española) y,

Normativa Estadounidense ASTM E2392 M10 (Sociedad Americana de Pruebas de Materiales).

#### 4.2. Reglamento Nacional de Perú.

Las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, se elaboran a través de Comités Técnicos Especializados, por lo que, son constituidos por representantes de diferentes instituciones que se encuentran involucradas en el tema. Generalmente, los comités son conformados por representantes de universidades, institutos de investigación y consultores que tengan un reconocimiento do prestigio dentro del país de origen.

De esta manera, dicho comité, deberá estar especializado para elaborar un proyecto de propuesta de Normas y Reglamento para edificaciones, que posteriormente será sometida a discusión pública y, finalmente, será aprobada por el Ministerio de Vivienda.

**Tabla 4.1. Normativa**

<b>Norma</b>	<b>Artículo</b>	<b>Resumen</b>
Norma E.080	Artículo 1;2;3;4 y 5	Comprende lo referente al adobe simple o estabilizado. El objetivo es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo. Esta Norma se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe.
UNE 41410		Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.
ASTM E2392 M10		Establece todos los ensayos de laboratorio que se requiere para analizar una muestra de suelo

Fuente: Autor

Elaborado por: El autor

En el presente proyecto, citaremos estas normas, para optimizar un sistema constructivo actual de adobe, tomando como base las construcciones antiguas realizadas con el mismo material existente en el sector.

Por tal motivo, lo que se quiere lograr en base al estudio del adobe, es proyectar las construcciones de interés social, con un material resistente que aporte a la albañilería. Esto, permite mejorar el sistema constructivo a base de ensayos técnicos que estarán dirigidos y enfocados en el estudio de la tierra, es por eso que, luego de investigar una serie de normativas, se ha elegido lo más conveniente, basarnos en la norma Peruana NTE E 080

(Norma Técnica de Edificación), la norma Española UNE\_41410\_2008 (Una Norma Española) y finalmente la ASTM E 2392 M10 (Sociedad Americana de Pruebas de Materiales), en las cuales cuentan con determinantes diferentes, como en el caso de la normativa peruana, que se enfoca en la construcción de adobe estabilizado, a diferencia de la española, que estudia adobes prensados, y, por último, la Estadounidense, define en su alcance “*guías para sistemas de edificación con tierra y menciona requerimientos técnicos y consideraciones para el desarrollo sostenible...*”, para poner en práctica en el laboratorio para definir las características que deben contener los bloques de tierra y verificar de manera técnica sus componentes, dando lugar a que se apliquen ciertos ensayos en campo y en laboratorio.

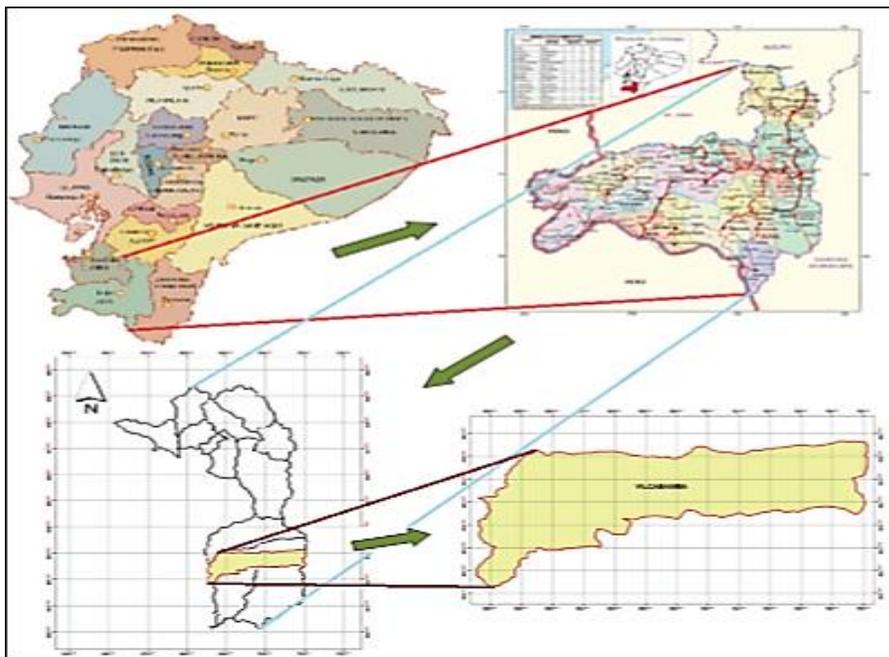
## Capítulo

### 5. Generalidades de la Parroquia Vilcabamba

#### 5.1. Ubicación.

La parroquia de Vilcabamba, conocida mundialmente como el valle de longevidad, habitan en este sector, personas que tienen un promedio de vida de 100 años, que lo convierte en un lugar paradisiaco y reconocido a nivel local y nacional, por tener un clima agradable y sin cambios bruscos que afecten a la salud de los pobladores, visitada por cientos de turistas anualmente, la gran mayoría de ellos, llegan con el afán de formar parte de esta comunidad que se encuentra localizada en la región sur- oriental de la provincia de Loja, a 40 Km de la ciudad de Loja, con una altitud de 1700 metros sobre el nivel del mar , según la página oficial del Municipio de la Ciudad de Loja

**Figura 5.8. Mapa de ubicación geológica de la parroquia Vilcabamba**



Fuente: Plan de Ordenamiento de Desarrollo Territorial de Vilcabamba

Elaborado por: El autor

La parroquia Vilcabamba, está limitada, así: al Norte, con la Parroquia de San Pedro de Vilcabamba; al Sur, con las Parroquias Quinara, Yangana y la quebrada de Lambunuma; por el Este, con la cordillera oriental de los Andes; y, por el Oeste, con la cordillera de Taranza y la Quebrada de Guatuche (PODTV 2015, pág. 4,5 )

## **5.2. Hidrografía.**

En la parroquia Vilcabamba, se encuentran situados los ríos de Yambala y Capamaco, los que nacen en la parte oriental de la cordillera de los Andes, dando lugar, que al unirse éstos dos ríos, conformen el río Chamba, que une con el río Uchima, proviene de San Pedro de Vilcabamba, dando así lugar, al río Vilcabamba, por lo que, en el sector de Solanda, se convierte en el río denominado Piscobamba, que forma parte de la cuenca del río Catamayo. La fuente del líquido vital para esta Parroquia, se encuentra en los inicios del río Capamaco. (PODTV 2015, pág. 15)

Figura 5.9. Mapa Hidrográfico de la parroquia Vilcabamba



Fuente: Plan de Ordenamiento de Desarrollo Territorial de Vilcabamba  
Elaborado por: El autor.

### 5.3. Temperatura

El clima es templado sub-tropical y su temperatura oscila entre los 20 a 22 ° C, por lo que le otorgan a este valle, con un clima agradable y benigno para los que la habitan. (PODTV, 2015).

**Figura 5.10. Mapa de temperatura anual de la parroquia Vilcabamba**



**Fuente:** Plan de Ordenamiento de Desarrollo Territorial de Vilcabamba

**Elaborado por:** El autor

El sector de Vilcabamba, cuenta con una humedad relativa del 77 %, dando lugar así que tenga una precipitación anual de 872.66 mm, lo que implica que esta parroquia, cuente con estaciones bien definidas, que se enmarcan en los meses de Diciembre a Mayo, una época de invierno; y, verano en los meses de Julio a Noviembre. En los meses de julio y Agosto, se caracterizan por fuertes vientos, los cuales alcanzan una velocidad máxima de 3.9 m/s , por lo que anualmente cuenta con una velocidad de 2.4 m/s (PODTV, 2015, pág. 19).

**Figura 5.11. Mapa de precipitación anual de la parroquia Vilcabamba**



Fuente: Plan de Ordenamiento de Desarrollo Territorial de Vilcabamba  
Elaborado por: El autor

#### 5.4. Geología

Podemos decir que, en el valle de Vilcabamba, surgen rocas volcánicas, la misma que se encuentra atravesada por varias fallas geológicas con direcciones, Sur Norte. Al sur, se presentan depósitos aluviales de la era Cuaternaria

Las rocas que emergen en varios lugares de la parroquia, corresponden a filitas, cuarcitas, esquistos, limonitas, arcillas y tobas, así depósitos aluviales, conglomerados y areniscas, los que hacen que cada formación tenga una característica esencial para diferenciar y categorizar.

Se debe señalar que en cuanto a la geología que se plantea en esta investigación, realizada en el año 2010, es de vital importancia, lo que hace que las decisiones en la construcción de obras civiles, dependa de la duración o fracaso de las mismas. (PODTV, 2015, pág. 30).

Figura 5.12. Mapa de precipitación anual de la parroquia Vilcabamba



Fuente: Plan de Ordenamiento de Desarrollo Territorial de Vilcabamba

Elaborado por: El autor

## **Capítulo**

### **6. Análisis y Diagnóstico de la parroquia Vilcabamba**

#### **6.1. Los primeros asentamientos en la parroquia Vilcabamba**

Esta parroquia, lleva aproximadamente 146 años de vida política, la misma que fue fundada en el año de 1576, por el español Luis Fernando de la Vega, para tomar el nombre de La Victoria, designándose al sacerdote Padre José María Aldeán. En 1861, el valle de Vilcabamba, se convierte en Parroquia Civil del cantón Loja.

Hoy en día, este hermoso valle de Vilcabamba se ha convertido gracias al impulso de su gente, en un sector eminentemente turístico, con un clima paradisiaco, con abundante agua pura, que le han convertido en un lugar inigualable, donde la hermosura de su paisaje y entorno ecológico, es notable, al igual que su gente, que sobrepasa holgadamente, los 100 años de vida, y además, valle único que tiene propiedades curativas para enfermedades de corazón.

#### **6.2. Tipología de vivienda en sus inicios de conformación de la parroquia.**

##### **6.2.1. Tipo de vivienda**

Se puede definir como vivienda, a un lugar cerrado y cubierto, que sirve como albergue y que es construido para ser habitado por los seres humanos. Generalmente, es un refugio, que protege a quienes lo habitan, de las condiciones climáticas existentes y, proporciona un espacio, donde se realizan actividades de supervivencia.

Generalmente la tipología, es el estudio de los diferentes elementos que constituyen una vivienda, en el ámbito de la arquitectura, los mismos que se clasifican en:

- **Vivienda colectiva.**

Son edificaciones que tienen una ocupación de suelo horizontal, que se adapta a cierto crecimiento, con apropiadas condiciones de iluminación y ventilación.

- **Vivienda unifamiliar.**

Son espacios ocupados por una sola familia, que pueden ser aisladas o adosadas. Lo que genera áreas de baja densidad, que da como resultado, un bajo impacto ambiental.

- **Vivienda Bifamiliar.**

Se puede decir, que son edificaciones de dos pisos residenciales, que cuentan con un equipamiento completo, por planta para dos familias. Igualmente genera áreas de baja densidad, con bajo impacto ambiental.

- **Vivienda Multifamiliar.**

Se definen como edificaciones que se agrupan tres o más viviendas independientes, y generalmente es una propiedad común. A partir de esto, generan zonas de alta densidad, al igual que impactos ambientales significativos por el consumo de recursos y la generación de desechos.

- **Agrupación de Viviendas.**

Son viviendas organizadas de carácter homogéneo, que se componen por tres o más plantas unifamiliares o multifamiliares, las que cuentan con un uso privado individual y un área comunal.

### **6.2.2. Tipología de vivienda**

#### **- Viviendas Adosadas.**

Se caracterizan por estar en contacto con otras viviendas, están divididas por paredes divisorias.

#### **- Viviendas Pareadas.**

Se identifican como casas pareadas, aquellas que comparten una pared medianera, en la que hay un acuerdo entre sus propietarios.

#### **- Vivienda Aislada.**

Se puede definir como una vivienda que se encuentra ubicada en un espacio abierto, y que no tiene ninguna pared en común con otra.

#### **- Viviendas en Altura.**

Son edificaciones que se constituyen en diferentes niveles con un máximo de dos pisos, referente a construcciones en tierra.

### **6.2.3. Tendencia de vivienda.**

En sus inicios la parroquia de Vilcabamba, ha venido utilizando de manera general, como elementos constructivos, a la tierra, para uso de mamposterías y pisos, a la madera, como columnas, vigas y cubierta.

Se registran varias técnicas con una variedad de nombres que son adaptados según su cultura, clima, tierra, etc. los que en la actualidad se conocen, y que han venido trabajando son, el Adobe, Tapial, Bajareque.

De esta manera, la tendencia actual, es que las áreas dentro de la edificación, se han ido despejando, de tal forma que, el principio de estructuras rígidas, así como de materiales y de muros, sirven para crear ambientes libres, y servirán para alojar a familias.

La tendencia que se está implementando en la actualidad, es que las edificaciones cuenten con tecnologías constructivas adecuadas y de bajo costo, para lograr tener una vivienda integral.

#### **6.2.4. Materiales utilizados**

Según los datos obtenidos de acuerdo con el recorrido visual que se realizó en el sector de estudio, se demuestra que en la Cabecera Parroquial de Vilcabamba, las viviendas son construidas a base de materiales que se encuentran en el medio, las mismas que han cumplido con su vida útil y son remplazadas por nuevas tecnologías constructivas, tales como el cemento, bloque, ladrillo, madera, acero, tal como se muestra en la siguiente información levantada en situ. La tipología de vivienda que se encuentra en el valle de Vilcabamba, es por la construcción de casas, villas o departamentos.

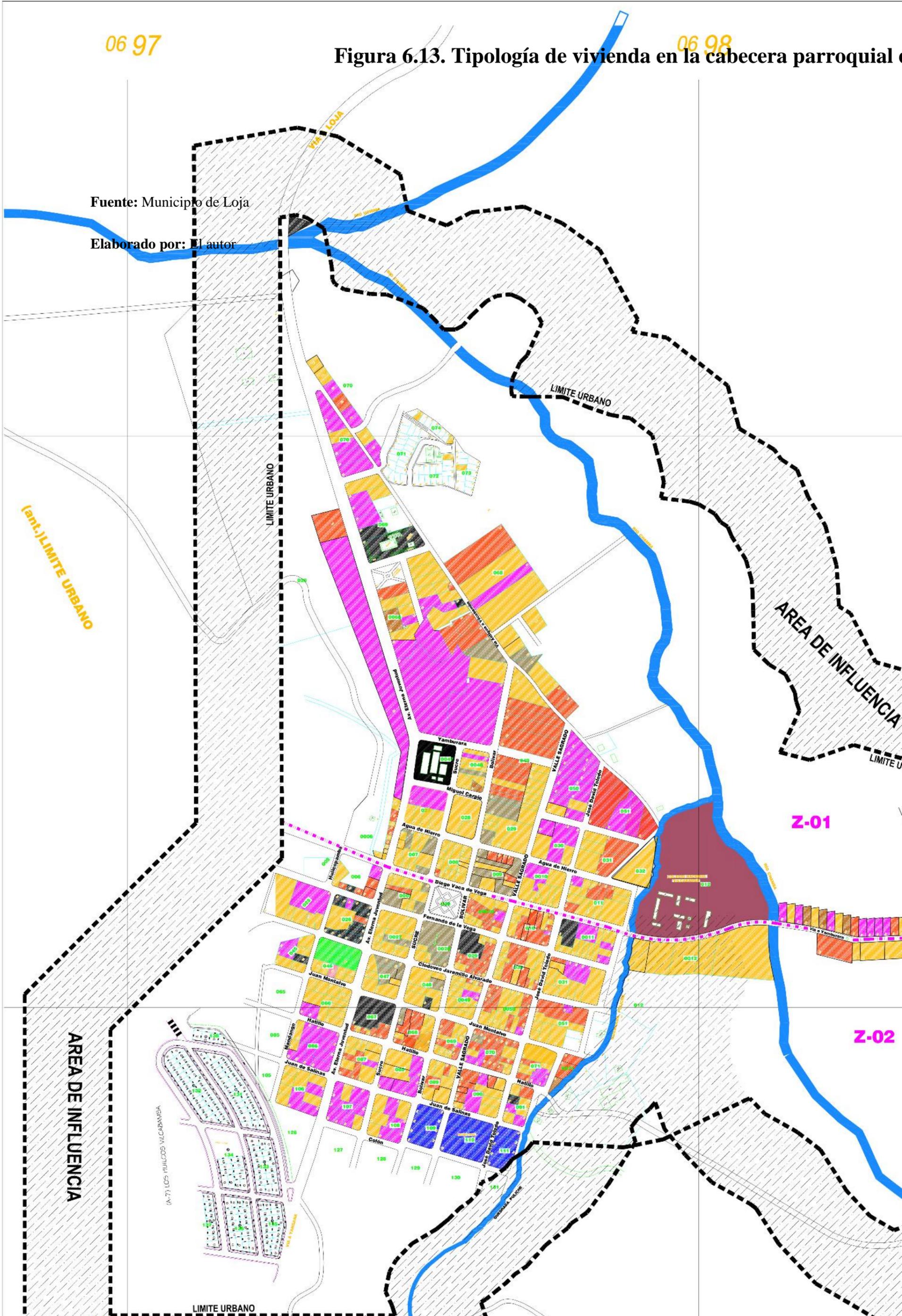
06 97

06 98

Figura 6.13. Tipología de vivienda en la cabecera parroquial

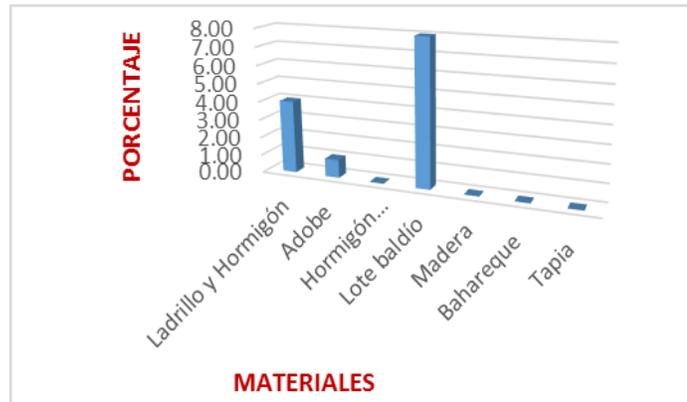
Fuente: Municipio de Loja

Elaborado por: El autor



## 6.2.5. Análisis de manzanas de la Parroquia Vilcabamba de acuerdo al tipo de material.

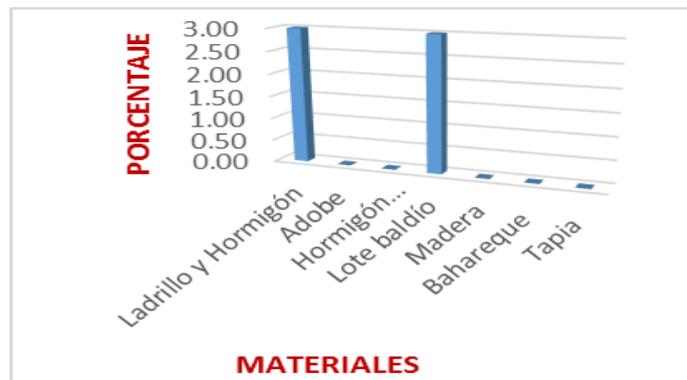
### Gráfica 6.1. Manzana 0070



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

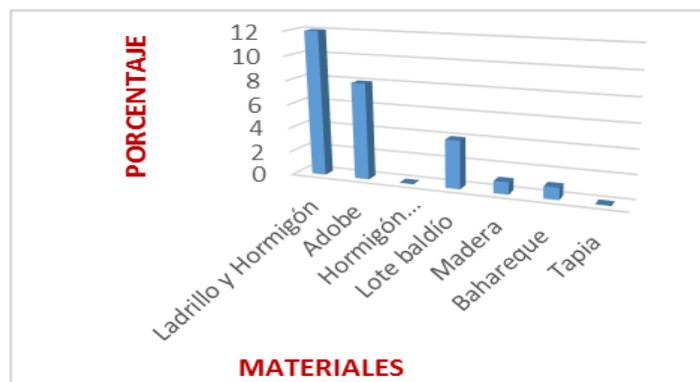
### Gráfica 6.2. Manzana 069



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

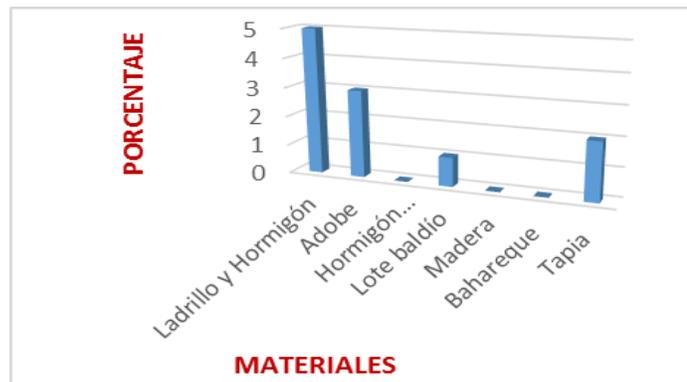
### Gráfica 6.3. Manzana 0066



Fuente: El autor

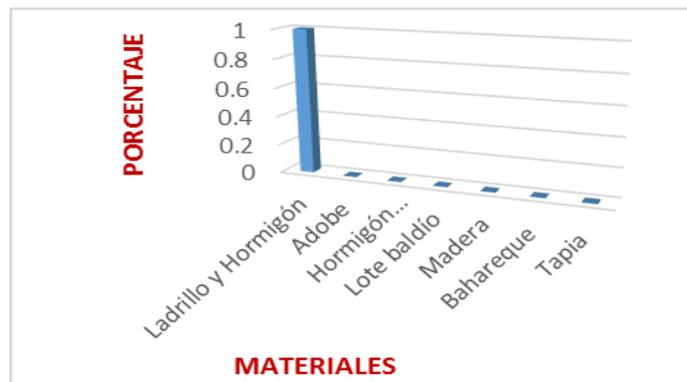
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.4. Manzana 0068



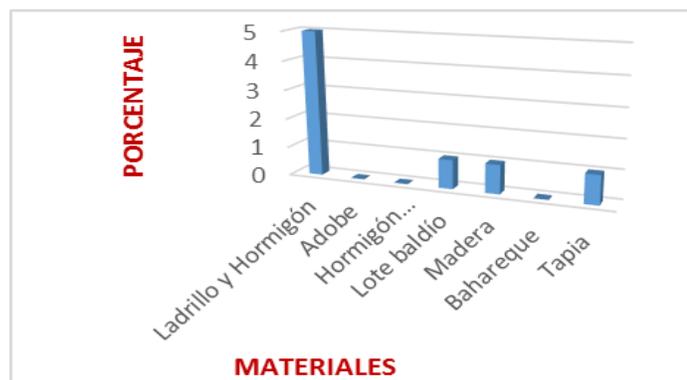
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.5. Manzana 0047



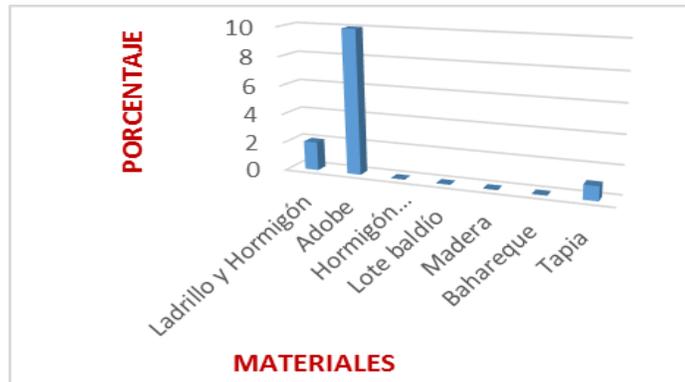
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.6. Manzana 0048



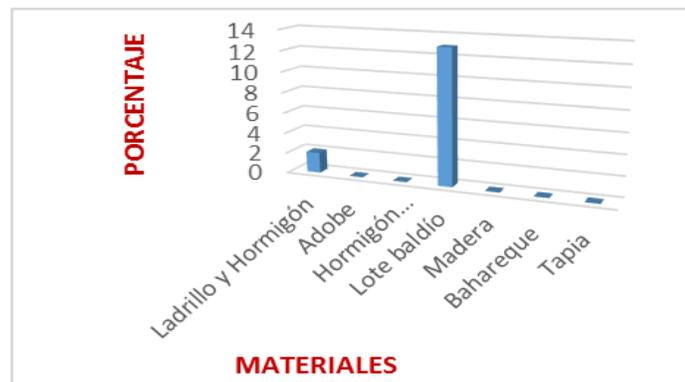
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.7. Manzana 0049



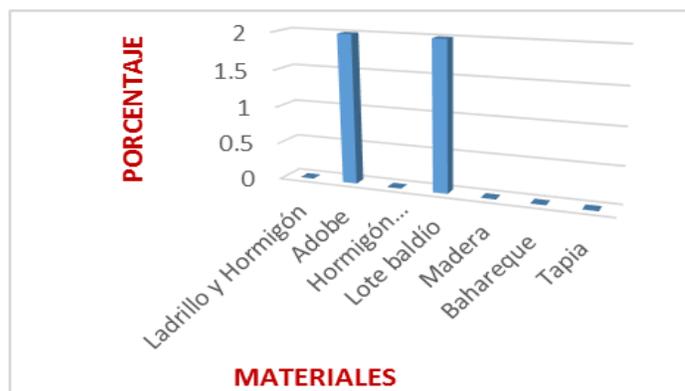
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.8. Manzana 0050



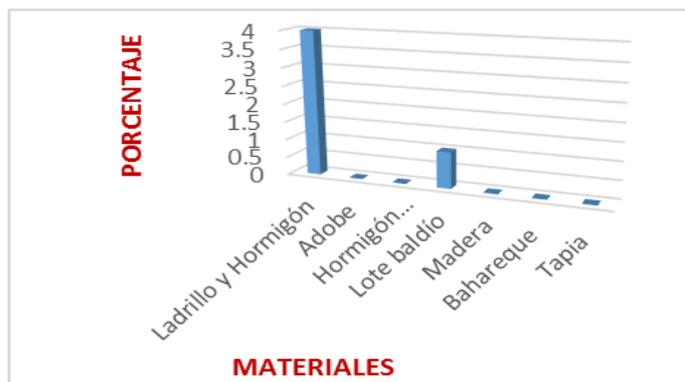
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.9. Manzana 0051



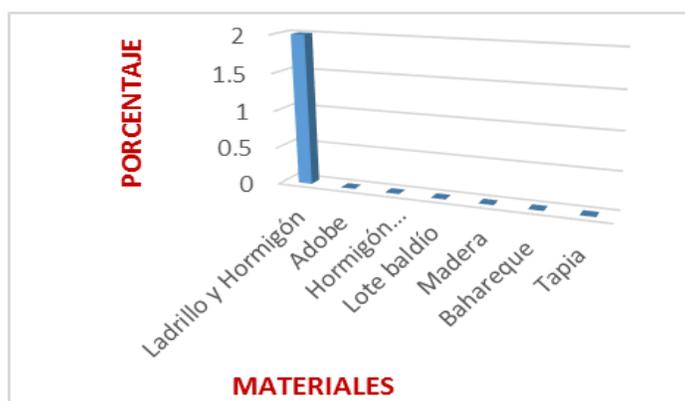
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.10. Manzana 0027



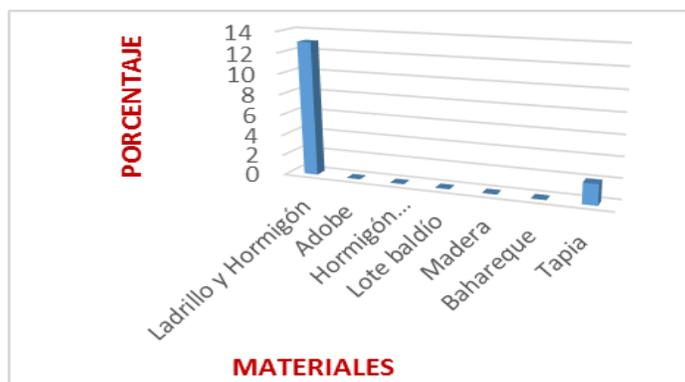
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.11. Manzana 0028



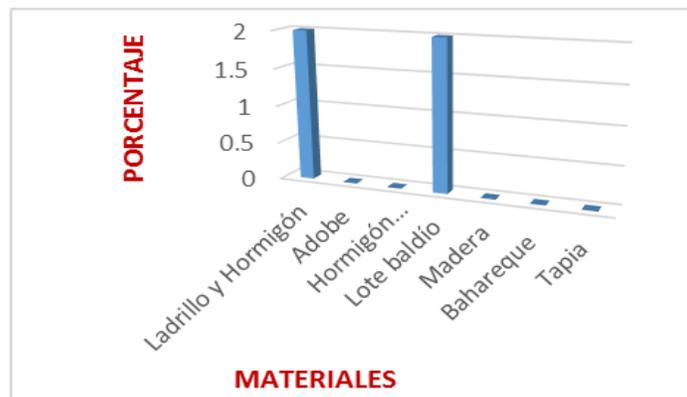
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.12. Manzana 0029



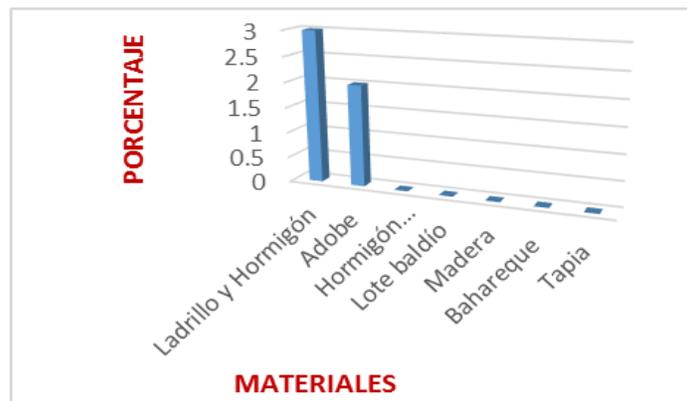
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.13. Manzana 0030



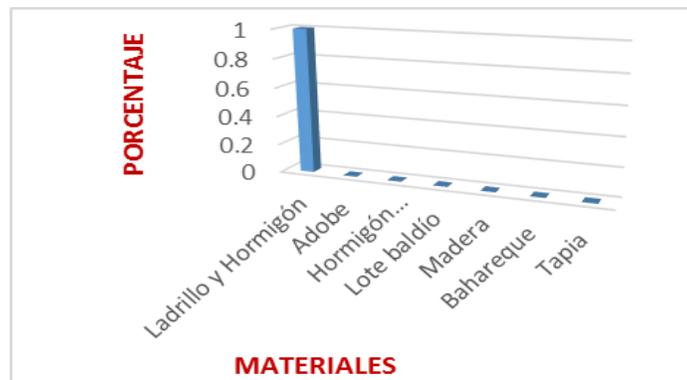
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.14. Manzana 0031



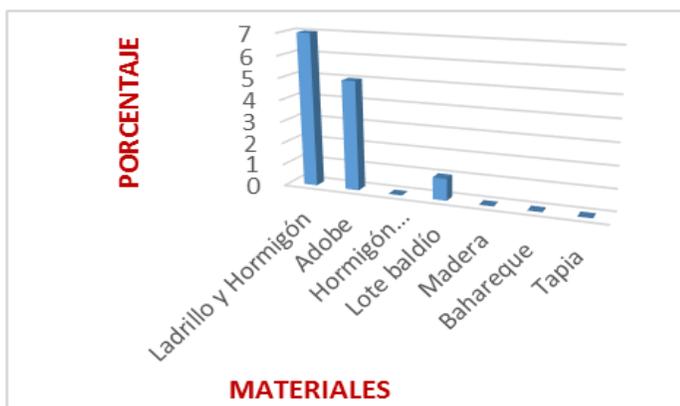
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.15. Manzana 0032



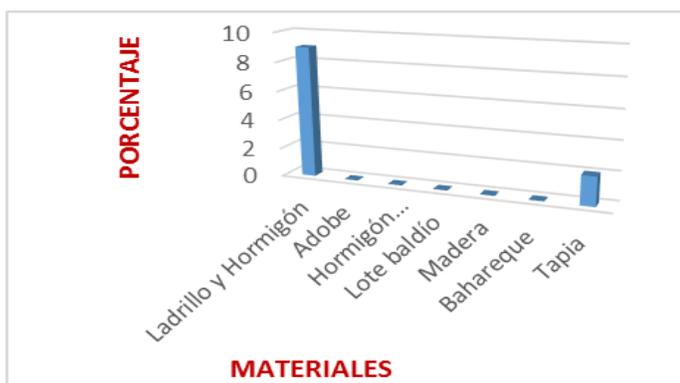
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.16. Manzana 0006



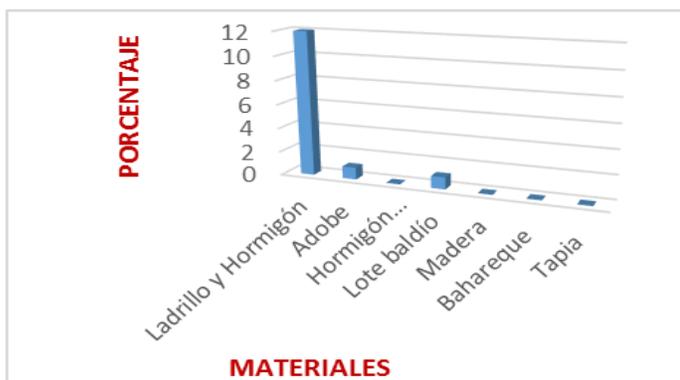
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.17. Manzana 007



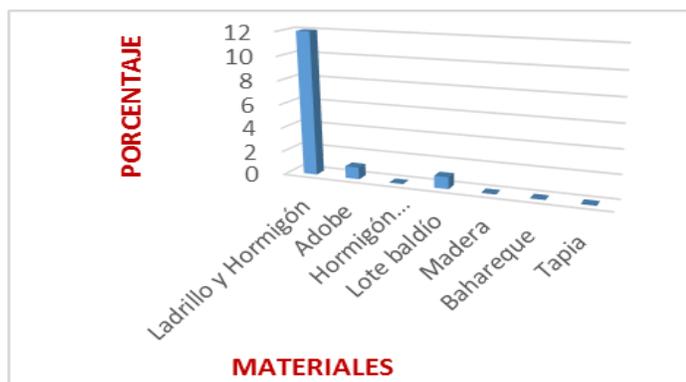
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.18. Manzana 008



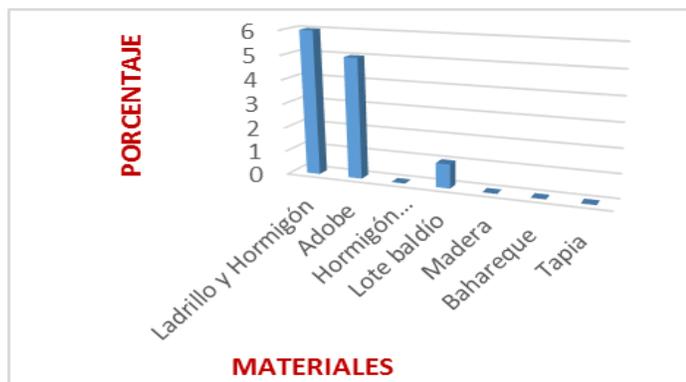
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.19. Manzana 009



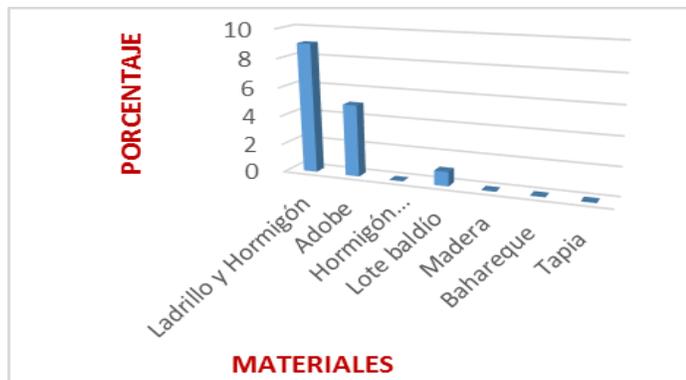
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.20. Manzana 0010



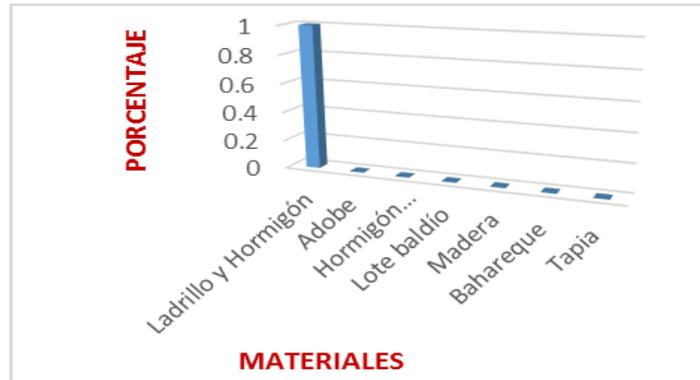
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.21 Manzana 011



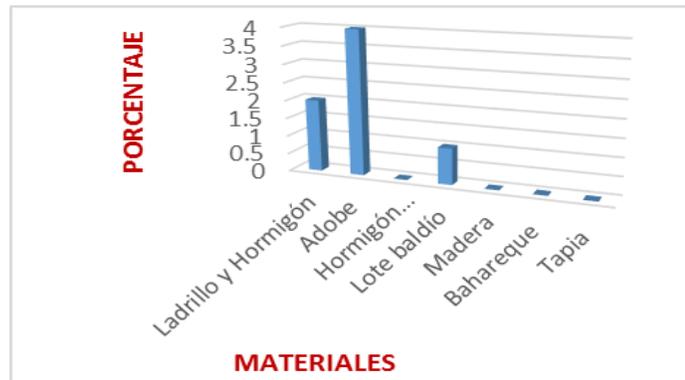
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.22 Manzana 012



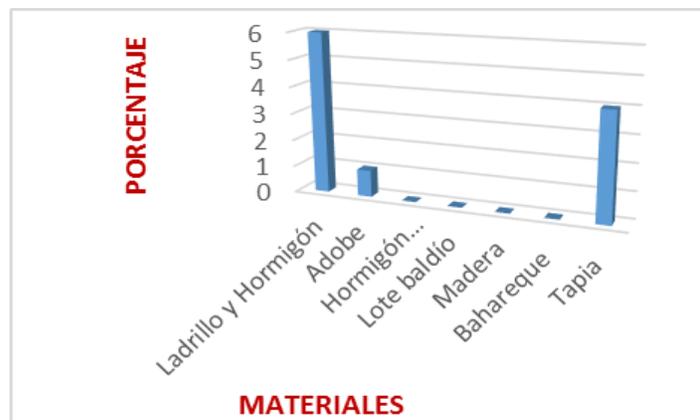
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.23. Manzana 006



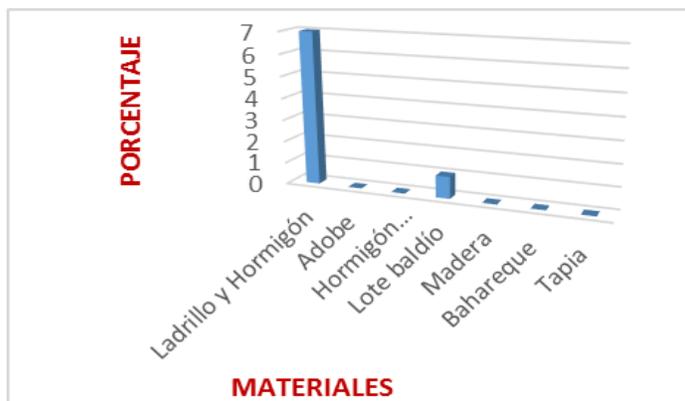
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.24 Manzana 0007



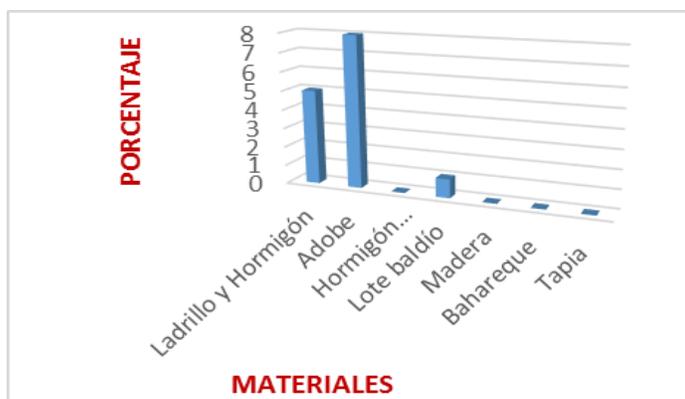
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.25. Manzana 00010



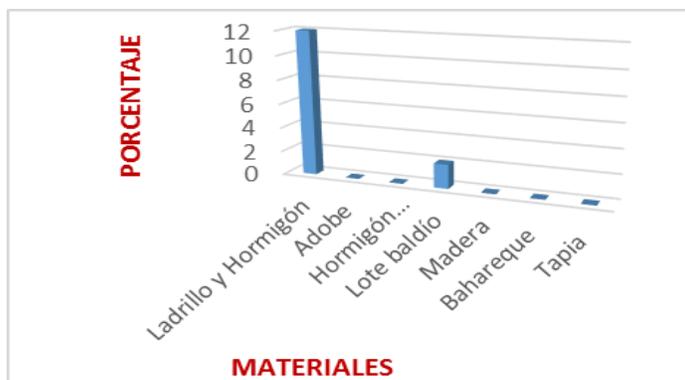
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.26. Manzana 010



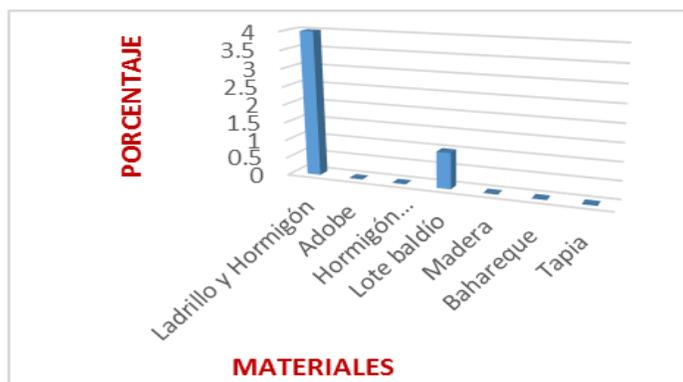
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.27. Manzana 0011



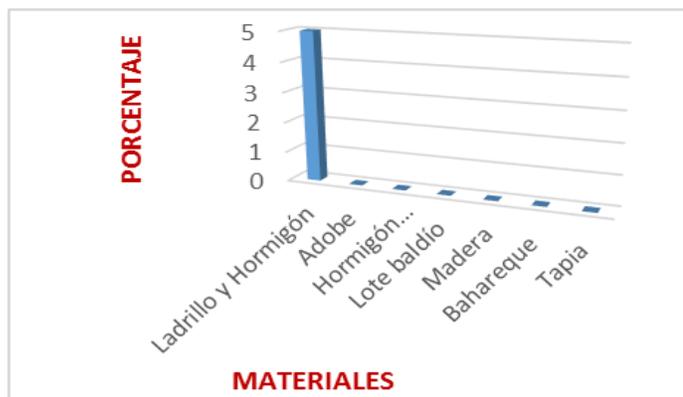
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.28. Manzana 025



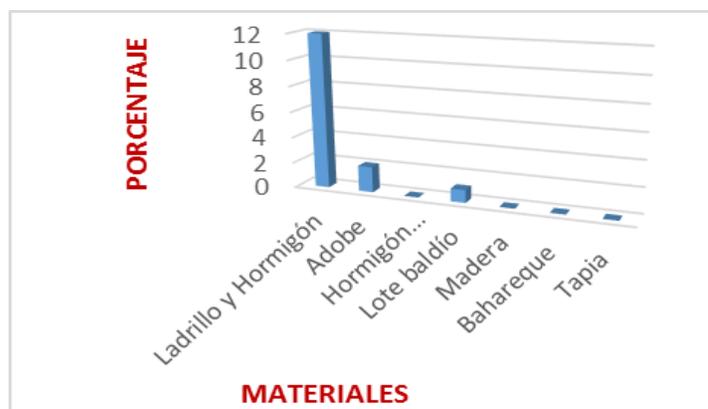
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.29. Manzana 0012



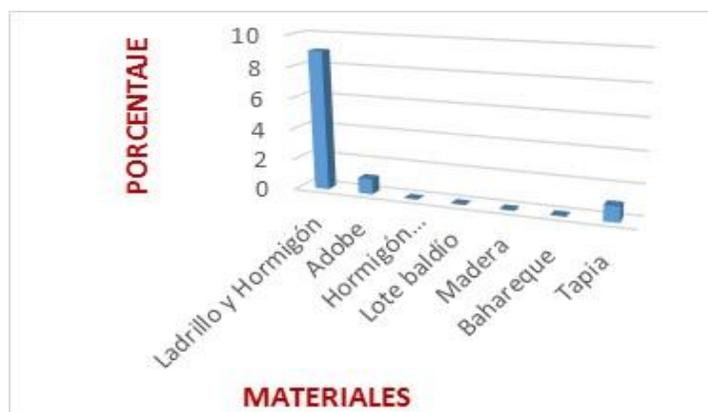
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.30. Manzana 026



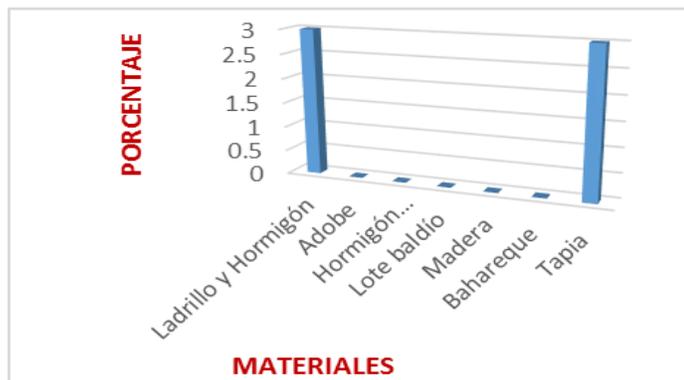
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.31. Manzana 0027



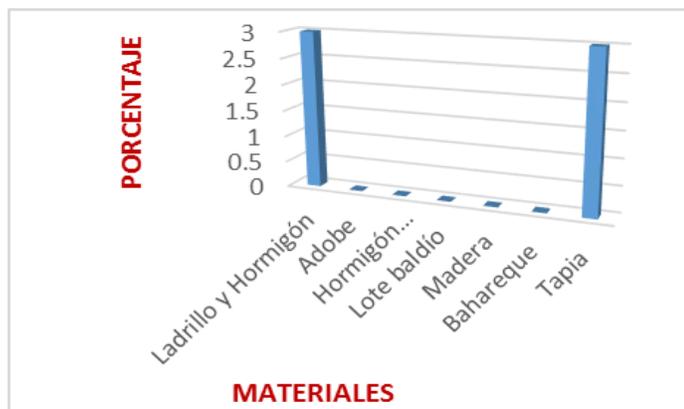
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.32. Manzana 0028



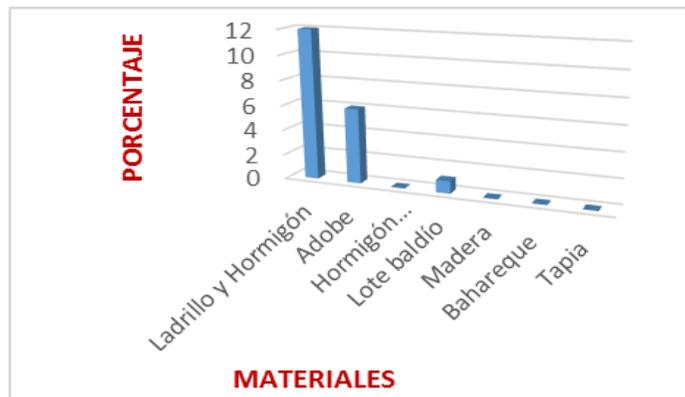
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.33. Manzana 029



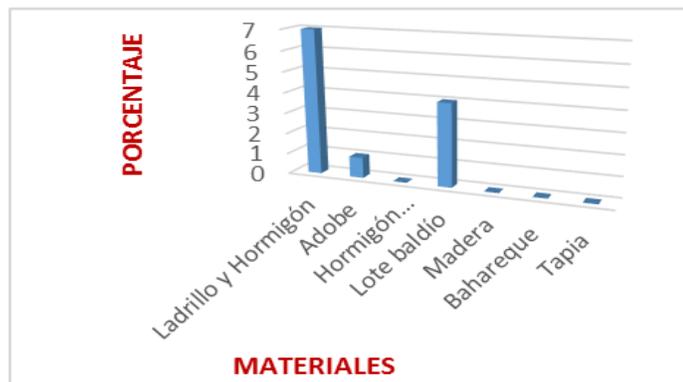
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.34. Manzana 030



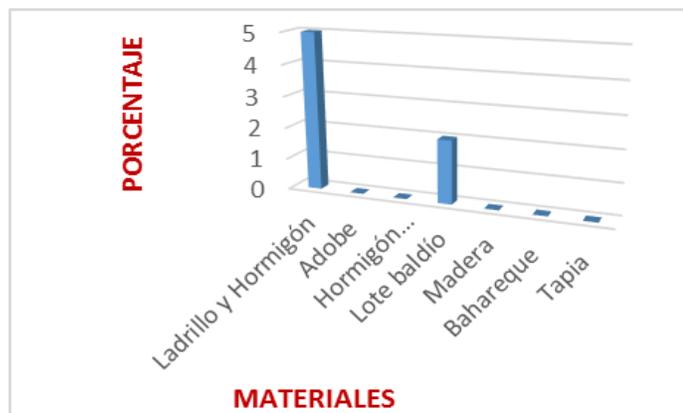
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.35. Manzana 031



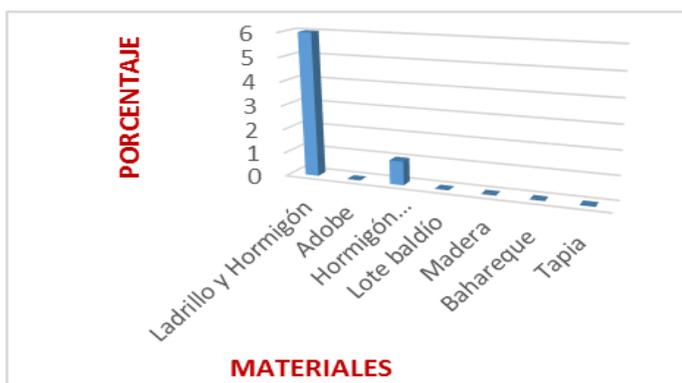
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.36. Manzana 045



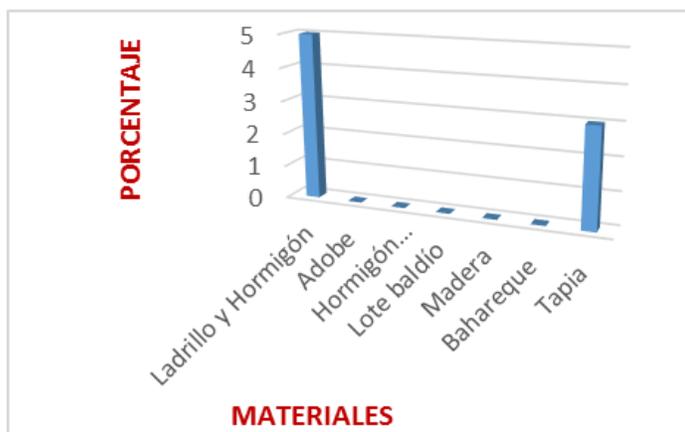
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.37. Manzana 046



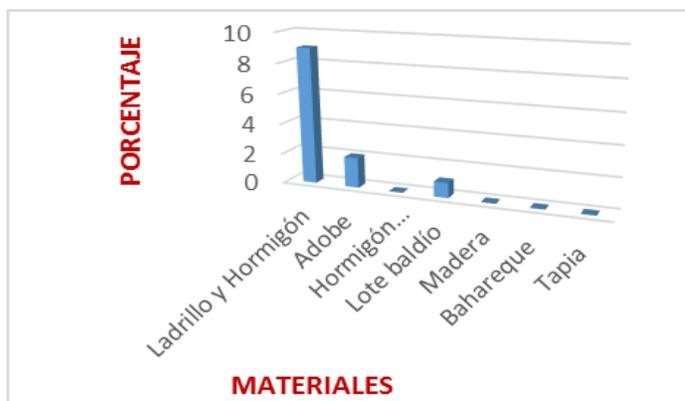
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.38 Manzana 047



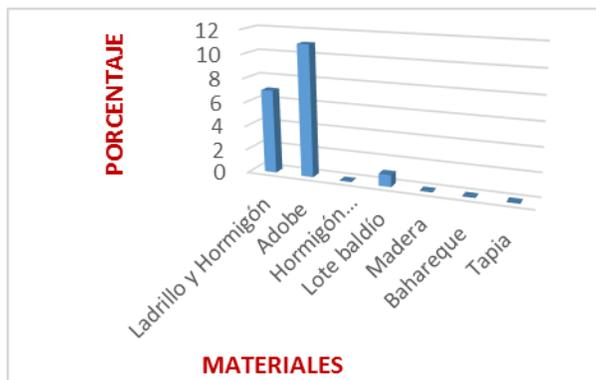
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.39. Manzana 049



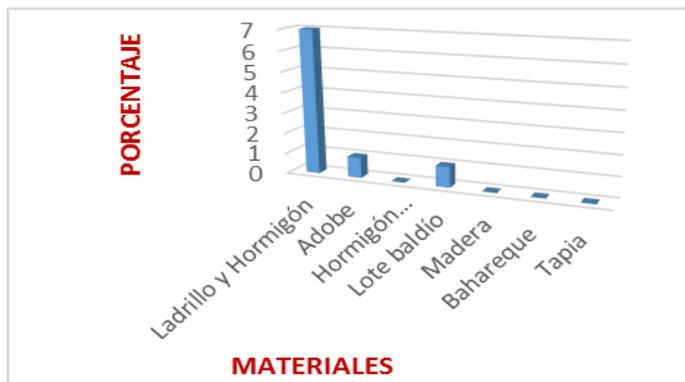
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.40. Manzana 050



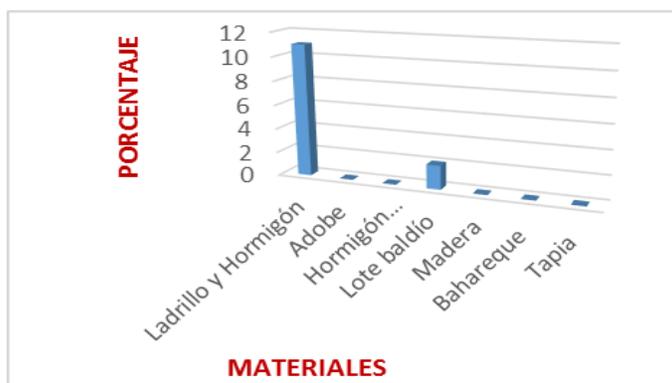
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.41. Manzana 051



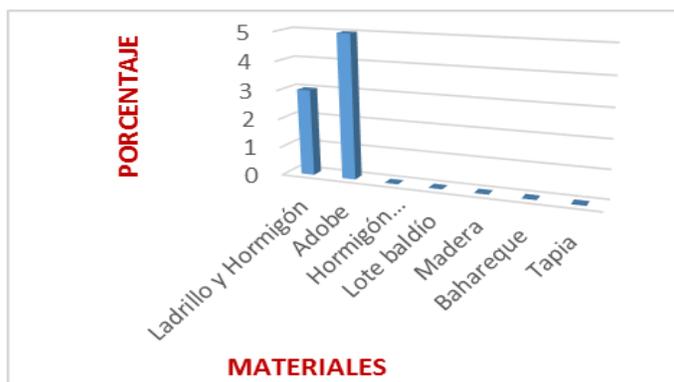
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.42. Manzana 066



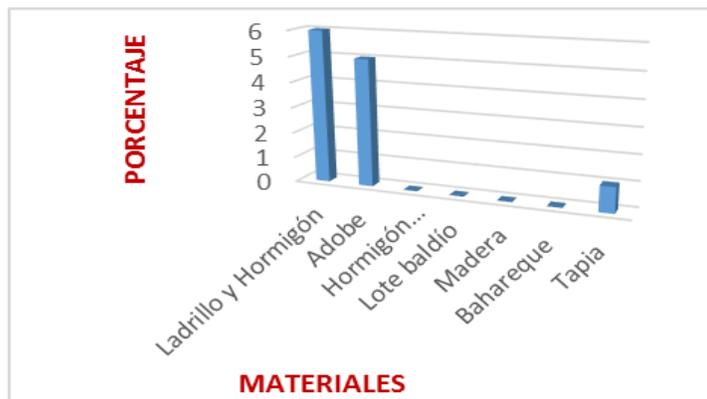
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.43. Manzana 067



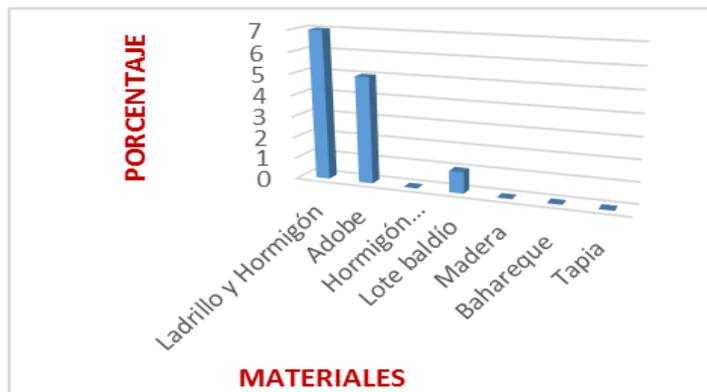
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.44. Manzana 068



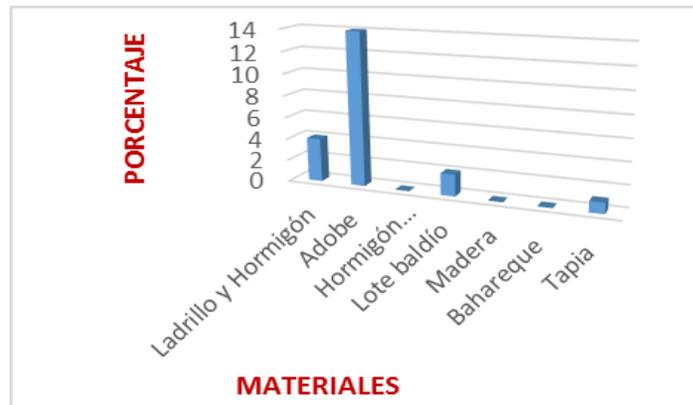
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.45. Manzana 069



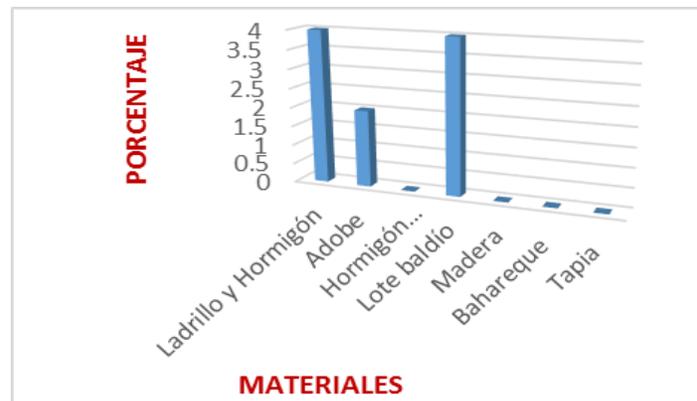
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.46. Manzana 070



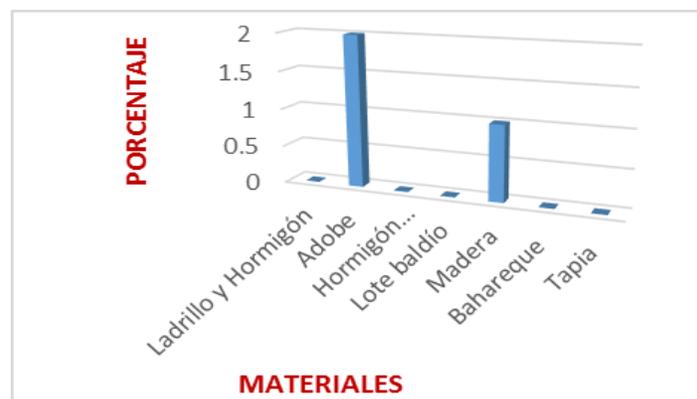
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Gráfica 6.47. Manzana 071



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

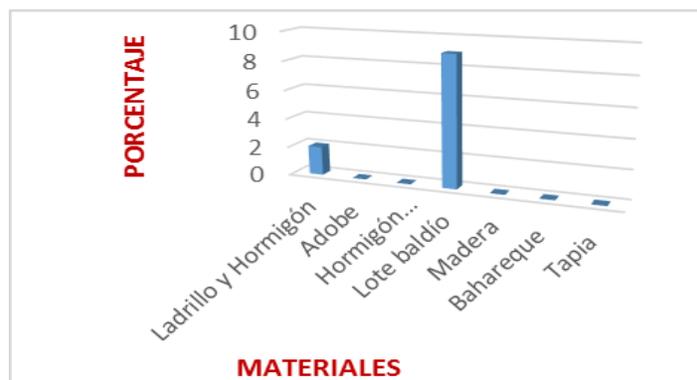
Gráfica 6.48. Manzana 0071



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

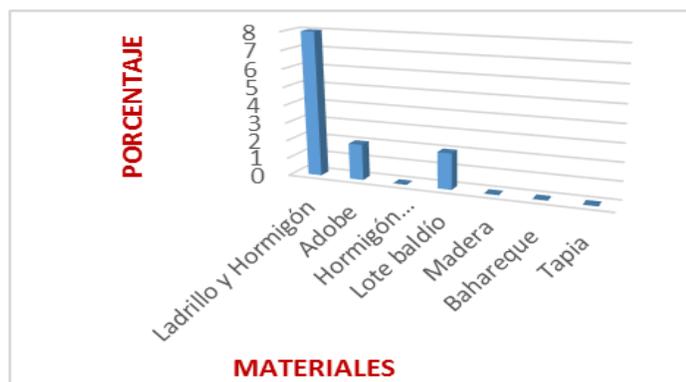
**Gráfica 6.49.** Manzana 086



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

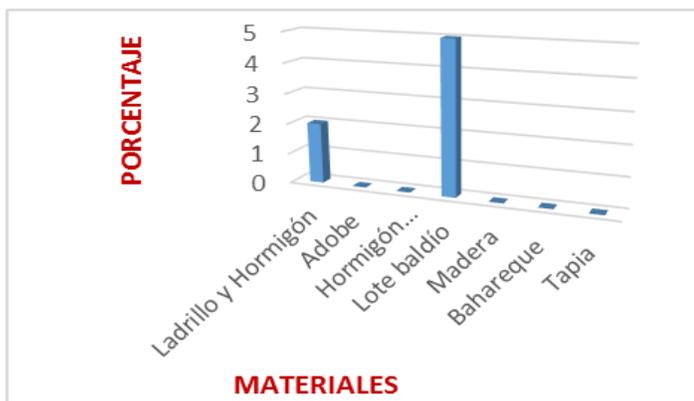
**Gráfica 6.50.** Manzana 087



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

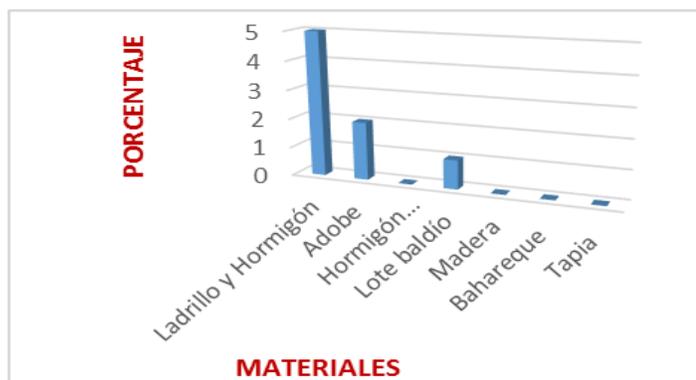
**Gráfica 6.51.** Manzana 088



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

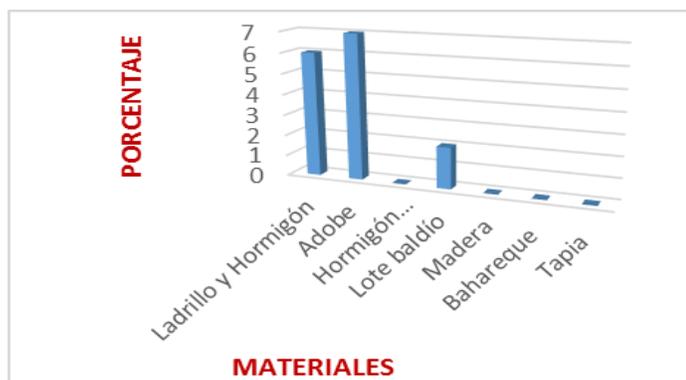
**Gráfica 6.52. Manzana 089**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

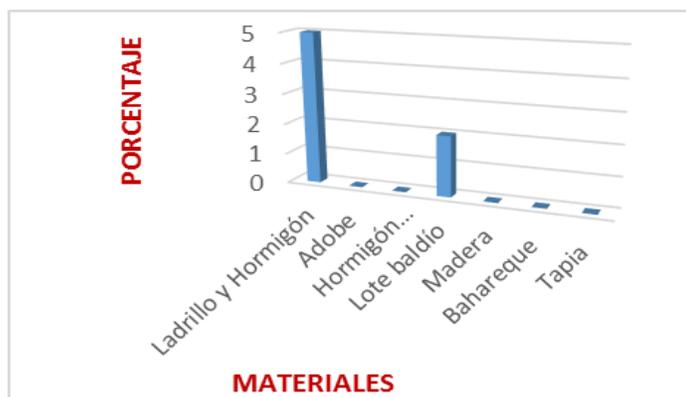
**Gráfica 6.53. Manzana 090**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

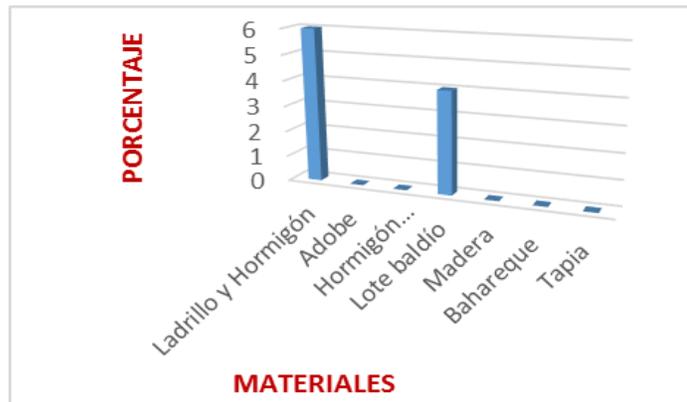
**Gráfica 6.54. Manzana 091**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

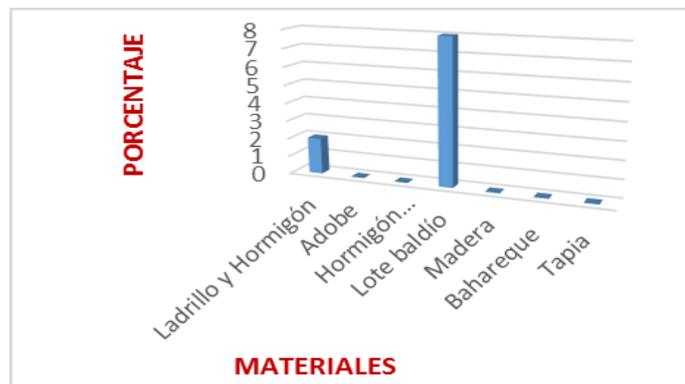
**Gráfica 6.55. Manzana 106**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

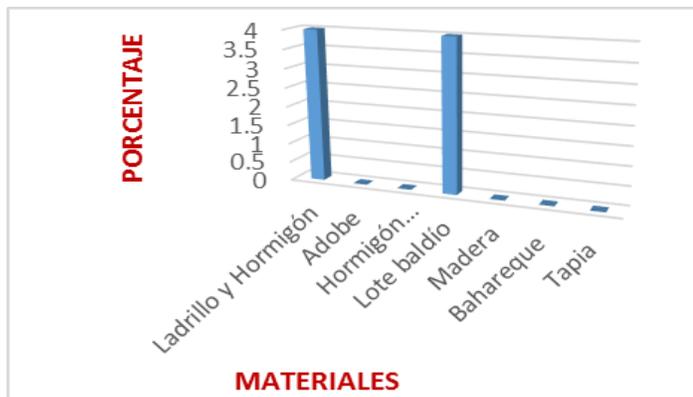
**Gráfica 6.56. Manzana 107**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

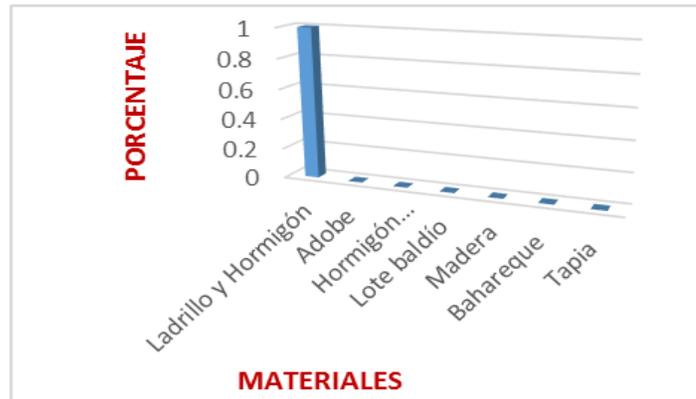
**Gráfica 6.57. Manzana 108**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

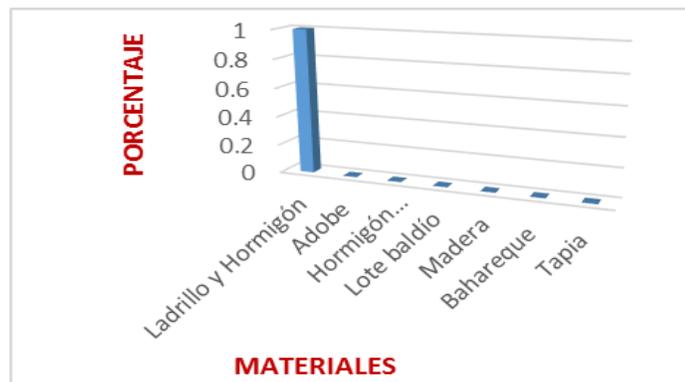
**Gráfica 6.58. Manzana 109**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

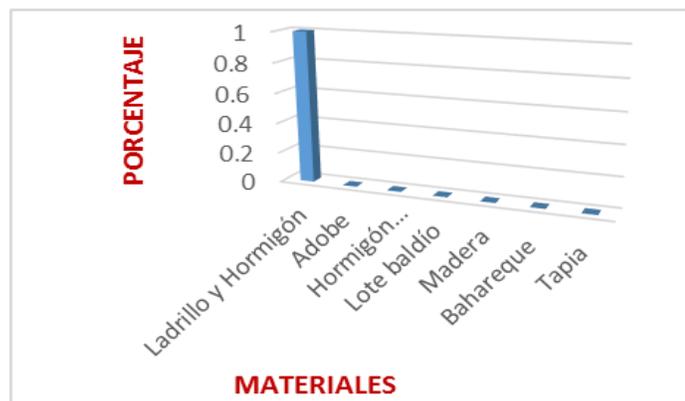
**Gráfica 6.59. Manzana 110**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

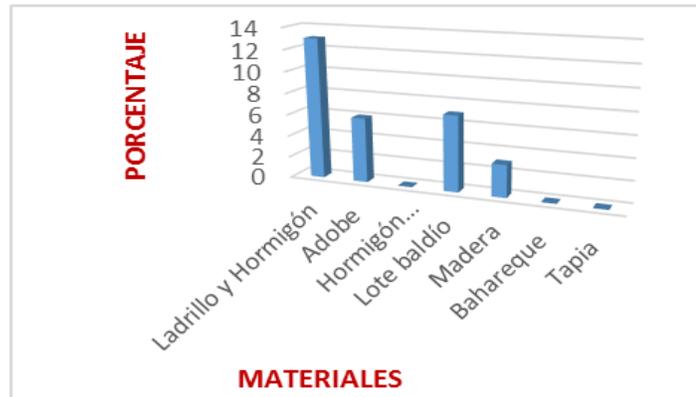
**Gráfica 6.60. Manzana 111**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

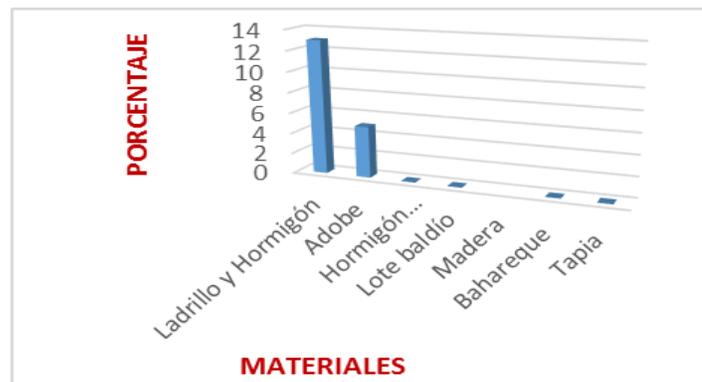
**Gráfica 6.61. Manzana Z-01**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Gráfica 6.62. Manzana Z-02**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

En resumen, se puede observar el número de predios existentes en cada manzana, que nos servirá para su selección y estudio de los materiales empleados en dichas viviendas.

**Figura 6.14.** Resumen de la tipología de viviendas en la parroquia Vilcabamba

CODIGO DE MANZANA	NUM. DE LOTES	LOTE BALDIO	ADOBE	LADRILLO Y HORMIGÓN	HORMIGÓN PREFABRICADO	MADERA	BAHAREQUE	TAPIA
0070	13	8	1	4	0	0	0	0
0069	6	3	0	3	0	0	0	0
0066	26	4	8	12	0	1	1	0
0068	11	1	3	5	0	0	0	2
0069	1	0	0	1	0	0	0	0
0048	8	1	0	5	0	1	0	1
0049	13	0	10	2	0	0	0	1
0050	15	13	0	2	0	0	0	0
0051	4	2	2	0	0	0	0	0
0027	5	1	0	4	0	0	0	0
0028	2	0	0	2	0	0	0	0
0029	15	0	0	13	0	0	0	2
0030	4	2	0	2	0	0	0	0
0031	5	0	2	3	0	0	0	0
0032	1	0	0	1	0	0	0	0
0006	13	1	5	7	0	0	0	0
007	11	0	0	9	0	0	0	2
008	14	1	1	12	0	0	0	0
009	14	1	1	12	0	0	0	0
0010	12	1	5	6	0	0	0	0
011	15	1	5	9	0	0	0	0
012	1	0	0	1	0	0	0	0
006	7	1	4	2	0	0	0	0
0007	11	0	1	6	0	0	0	4
00010	8	1	0	7	0	0	0	0
010	14	1	8	5	0	0	0	0
0011	14	2	0	12	0	0	0	0
025	6	1	0	4	0	0	0	0
026	15	1	2	12	0	0	0	0
0027	11	0	1	9	0	0	0	1
0028	6	0	0	3	0	0	0	3
029	13	0	10	3	0	0	0	0
030	19	1	6	12	0	0	0	0
031	12	4	1	7	0	0	0	0
045	7	2	0	5	0	0	0	0
046	7	0	0	6	1	0	0	0
047	8	0	0	5	0	0	0	3
049	12	1	2	9	0	0	0	0
0050	19	1	11	7	0	0	0	0
051	9	1	1	7	0	0	0	0
066	13	2	0	11	0	0	0	0
067	8	0	5	3	0	0	0	0
068	12	0	5	6	0	0	0	1
069	13	1	5	7	0	0	0	0
070	21	2	14	4	0	0	0	1
071	10	4	2	4	0	0	0	0
0071	3	0	2	0	0	1	0	0
086	11	9	0	2	0	0	0	0
087	12	2	2	8	0	0	0	0
088	7	5	0	2	0	0	0	0
089	8	1	2	5	0	0	0	0
090	14	2	7	6	0	0	0	0
091	7	2	0	5	0	0	0	0
106	10	4	0	6	0	0	0	0
107	10	8	0	2	0	0	0	0
108	8	4	0	4	0	0	0	0
109	1	0	0	1	0	0	0	0
110	1	0	0	1	0	0	0	0
111	1	0	0	1	0	0	0	0
Z-01	29	7	6	13	0	3	0	0
Z-02	18	0	5	13	0	0	0	0

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor



**6.2.5. Detalles constructivos en viviendas de la manzana 070 seleccionada en el tramo de la calle Juan Montalvo entre Valle Sagrado y José David Toledo.**

**Figura 6.16. Detalles constructivos vivienda 1**

CODIGO DE VIVIENDA	CONSTRUCTIVO	CIMIENTOS	DINTELES	CUBIERTA	PREDOMINANTE	CANTERA	FOTO
1	Mamposterías de tierra (Adobe), pisos de cemento, puertas y ventanas al igual que los pilares del portal son de madera; cielo raso exterior de caña e interno de plywood, cubierta teja	Cimientos de piedra con una profundidad de 0.70 cm de profundidad y un ancho de 0.60	Son de madera sobrepasando 0.25 cm a cada lado de la ventana y puerta	de caña, madera, que sirvan como soporte de la teja.	Tierra	Local	

**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

**Figura 6.17. Detalles constructivos vivienda 2**

CODIGO DE VIVIENDA	CONSTRUCTIVO	CIMIENTOS	DINTELES	CUBIERTA	PREDOMINANTE	CANTERA	FOTO
2	Mamposterías de tierra (Adobe), pisos de tierra, puertas son de madera; cielo raso exterior de caña e interno no cuenta, cubierta teja	Cimientos de piedra con una profundidad de 0.70 cm de profundidad y un ancho de 0.60	Son de madera sobrepasando 0.25 cm a cada lado de la ventana y puerta	de caña, madera, que sirvan como soporte de la teja.	Tierra	Local	

**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

**Figura 6.18. Detalles constructivos vivienda 3**

CODIGO DE VIVIENDA	CONSTRUCTIVO	CIMIENTOS	DINTELES	CUBIERTA	PREDOMINANTE	CANTERA	FOTO
3	Mamposterías de tierra (Adobe), pisos de cerámica, puertas y ventanas son de madera; cielo raso exterior de madera e interno de plywood, cubierta fibrocemento	Cimientos de piedra con una profundidad de 0.70 cm de profundidad y un ancho de 0.60	Son de madera sobrepasando 0.25 cm a cada lado de la ventana y puerta	de caña, madera, que sirvan como soporte de la teja.	Tierra	Local	

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 6.19. Detalles constructivos vivienda 4**

CODIGO DE VIVIENDA	CONSTRUCTIVO	CIMIENTOS	DINTELES	CUBIERTA	PREDOMINANTE	CANTERA	FOTO
4	Mamposterías de tierra (Adobe), pisos de cemento, puertas y ventanas son de madera; cielo raso exterior de madera, e interno de plywood, cubierta teja	Cimientos de piedra con una profundidad de 0.70 cm de profundidad y un ancho de 0.60	Son de madera sobrepasando 0.25 cm a cada lado de la ventana y puerta	De madera, que sirvan como soporte de la teja.	Tierra	Local	

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 6.20. Detalles constructivos vivienda 5**

CODIGO DE VIVIENDA	CONSTRUCTIVO	CIMIENTOS	DINTELES	CUBIERTA	PREDOMINANTE	CANTERA	FOTO
5	Mamposterías de tierra (Adobe), pisos de cerámica y parquet, puertas y ventanas son de madera; cielo raso exterior de plywood, e interno de plywood, cubierta teja	Cimientos de piedra con una profundidad de 0.70 cm de profundidad y un ancho de 0.60	Son de madera sobrepasando 0.25 cm a cada lado de la ventana y puerta	De madera, que sirvan como soporte de la teja.	Tierra	Local	

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 6.21. Detalles constructivos vivienda 6**

CODIGO DE VIVIENDA	CONSTRUCTIVO	CIMENTOS	DINTELES	CUBIERTA	PREDOMINANTE	CANTERA	FOTO
6	Mamposterías de tierra (Adobe), pisos de cerámica y madera, puertas y ventanas son de madera; cielo raso exterior de madera, e interno de plywood, cubierta de fibrocemento	Cimientos de piedra con una profundidad de 0.70 cm de profundidad y un ancho de 0.61	Son de madera sobrepasando 0.25 cm a cada lado de la ventana y puerta	De madera, que sirvan como soporte de la teja.	Tierra	Local	

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 6.22. Detalles constructivos vivienda 7**

CODIGO DE VIVIENDA	CONSTRUCTIVO	CIMENTOS	DINTELES	CUBIERTA	PREDOMINANTE	CANTERA	FOTO
7	de tierra (Adobe), pisos de cerámica y madera, puertas y ventanas de aluminio; no cuenta con cielo raso exterior, interno es de plywood, y su cubierta es de fibrocemento(et ermit)	Cimientos de piedra con una profundidad de 0.70 cm de profundidad y un ancho de 0.62	Son de madera sobrepasando 0.25 cm a cada lado de la ventana y puerta	De madera, que sirvan como soporte de la teja.	Tierra	Local	

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 6.23. Detalles constructivos vivienda 8**

CODIGO DE VIVIENDA	CONSTRUCTIVO	CIMENTOS	DINTELES	CUBIERTA	PREDOMINANTE	CANTERA	FOTO
8	Mamposterías de tierra (Adobe), pisos de cerámica y madera, puertas y ventanas de aluminio; cielo raso exterior de madera, interno es de plywood, y su cubierta es de teja	Cimientos de piedra con una profundidad de 0.70 cm de profundidad y un ancho de 0.63	Son de madera sobrepasando 0.25 cm a cada lado de la ventana y puerta	De madera, que sirvan como soporte de la teja.	Tierra	Local	

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

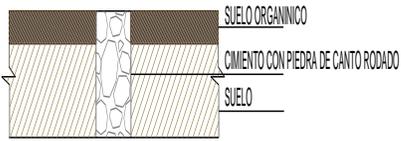
Se puede observar que los componentes que integran a la vivienda son:

- **Cimientos:** Son la base de la vivienda, que cumplen con el trabajo de evitar el contacto con el suelo, y están conformados de piedras compactadas.
- **Pisos:** Están conformados por tierra apisonada o un contrapiso de piedra y cemento, que tendrá una forma regular y firme.
- **Mamposterías:** Son a base de tierra, estos pueden ser tapiales o bloques (adobes), que son apilados para constituir dichas estructuras.
- **Vanos:** Están compuestos de dinteles de madera, que sobresalen 0.25 cm cada lado.
- **Puertas y ventanas:** El material que predomina es la madera localizada y extraída de la localidad.
- **Cubierta:** El armado de la cubierta y los pilares de los portales son de madera, la cual se recubre con teja.
- **Cielo raso:** Es de playwood o de tablas colocadas en las vigas transversales, que son utilizadas para proteger sus alimentos.
- **Instalaciones Eléctricas:** Son sobrepuestas en las mamposterías y sus cajetines, eran pedazos de madera para asegurar sus interruptores y tomacorrientes y los focos son sujetos de las vigas transversales.
- **Instalaciones Sanitarias:** Son colocadas en la parte posterior de las viviendas evitando el contacto directo con la vivienda.

De esta manera podemos concluir que los materiales utilizados con más frecuencia en esa época que se encontraron en las diferentes edificaciones de la calle Juan Montalvo son: Adobe, Madera, Carrizo, guadua chancada.

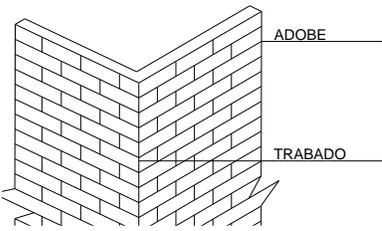
### 6.3. Elementos que intervienen en la construcción de viviendas de adobe.

**Figura 6.24. Sistema constructivo**

SISTEMA CONSTRUCTIVO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	FOTO
CIMENTOS	Los cimientos se encuentran en una profundidad de 0.70 cm		

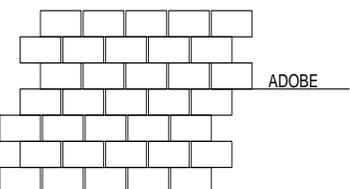
Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Figura 6.25. Sistema constructivo**

SISTEMA CONSTRUCTIVO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	FOTO
ESTRUCTURA	DEFINICION DE ESTRUCTURAS PORTANTE		

Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Figura 6.26. Sistema constructivo**

SISTEMA CONSTRUCTIVO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	FOTO
MAMPOSTERIA	Son de tierra conformada por bloques de 0.40 x 0.20 cm apilados en forma vertical y pegados con tierra su tiempo de duracion del material aproximadamente 60 años		

Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Figura 6.27. Sistema constructivo

SISTEMA CONSTRUCTIVO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	FOTO
VIGAS PERIMETRALES	Se utilizan vigas al contorno de la vivienda utilizando madera sin tratar, generalmente de ciruelo o faique; que se encuentra en la localidad.	<p>VIGA DE MADERA TRANSVERSAL VIGA DE MADERA PERIMETRAL MAMPOSTERÍA DE ADOBE</p>	<p>VIGA PERIMETRAL</p>

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Figura 6.28. Sistema constructivo

SISTEMA CONSTRUCTIVO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	FOTO
VIGAS TRANSVERSALES	Las vigas transversales son utilizadas para el soporte de la cubierta de tal forma que distribuye de manera uniforme la carga aplicada.	<p>VIGA DE MADERA TRANSVERSAL VIGA DE MADERA PERIMETRAL MAMPOSTERÍA DE ADOBE</p>	<p>VIGA TRANSVERSAL</p>

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Figura 6.29. Sistema constructivo

SISTEMA CONSTRUCTIVO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	FOTO
TRASLAPE EN VIGAS	Los traslapes son considerados para lograr la luz deseada en vigas que bordean corredores y sus dimensiones son de 20 cm y su corte es en forma diagonal a 45°.	<p>TRASLAPE VIGA DE MADERA SOPORTE DE VIGA COLUMNA</p>	<p>TRASLAPE</p>

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

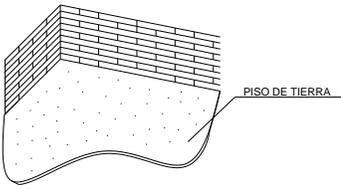
Figura 6.30. Sistema constructivo

CUBIERTA	La cubierta es de madera y teja con tigeras separadas a 1 m y son de dos aguas	<p>VIGA TIGERAS</p>	<p>ARMADO DE CUBIERTA</p>
----------	--	-------------------------	---------------------------

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

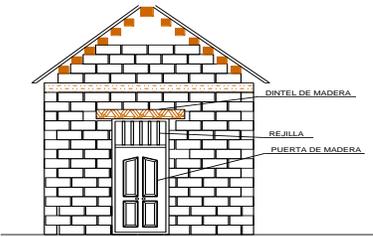
**Figura 6.31. Sistema constructivo acabados**

SISTEMA CONSTRUCTIVO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	FOTO
PISOS	Son de tierra los mismos que son apisonados para lograr una superficie uniforme en los interiores de los cuartos y corredores.	 PISO DE TIERRA	 PISO DE TIERRA

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

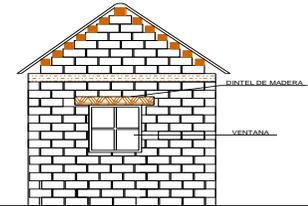
**Figura 6.32. Sistema constructivo acabados**

SISTEMA CONSTRUCTIVO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	FOTO
PUERTAS	Son de madera de 2.34 x 0.85 cm con rejillas en su parte superior de 0.50 cm para generar ventilación dentro de la vivienda y cuentan con un dintel que sobresale 0.25 cm a cada lado	 DINTEL DE MADERA REJILLA PUERTA DE MADERA	 PUERTA DE MADERA

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

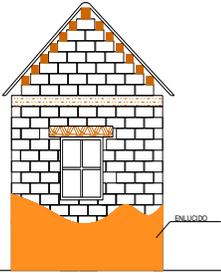
**Figura 6.33. Sistema constructivo acabados**

SISTEMA CONSTRUCTIVO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	FOTO
VENTANAS	Sus dimensiones son de 1.15 x 0.94 cm con una estructura de madera en su contorno y en su parte superior un dintel que sobresale 0.25 cm a cada lado	 DINTEL DE MADERA VENTANA	 VENTANAS

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

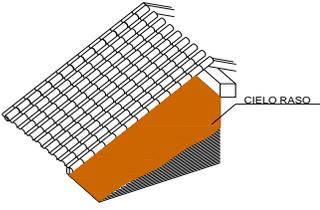
**Figura 6.34. Sistema constructivo acabados**

ENLUCIDO	Es elaborado con tierra pasante de una malla de 0.425 mm en la cual se mezcla con pegamento para que exista una mayor adherencia de la pasta en la pared, su recubrimiento es de 0.05 cm	 ENLUCIDO	 ENLUCIDO
----------	--	--	--

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 6.35. Sistema constructivo acabados**

SISTEMA CONSTRUCTIVO	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	FOTO
CIELO RASO	En la parte exterior se utiliza carrizo y una pasta de barro, formando un solo componente.		

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Se puede verificar que para la conformación de una vivienda, se deberá tomar en cuenta los distintos elementos, materiales, y técnicas, que necesita una edificación como son:

- **Cimientos:** Van colocados bajo tierra para soportar una edificación, y están conformados por piedra de canto rodado barro o concreto para una mejor adherencia.
- **Estructura:** En la actualidad se colocan columnas metálicas o a su vez se traban los bloques de adobe con la finalidad de sustituir las columnas.
- **Mamposterías:** Son los muros que se encuentran sobre los cimientos, los cuales pueden ser tapias o mamposterías de bloques de adobe, y deben ser trabados para una mejor trabajabilidad.
- **Vigas perimetrales:** Son colocadas en el contorno de la vivienda para soportar la cubierta y de esta manera que la carga sea repartida uniformemente.
- **Vigas transversales:** Estas ayudan a dispersar la carga puntual ejercida por la cubierta para evitar pandeos en la misma.
- **Traslapes de vigas:** Se realizan dichos traslapes con la finalidad de tener un solo elemento con cortes de 45 grados y evitar que existan pandeos o se cuartee la mampostería por la carga ejercida en ese punto.
- **Cubiertas:** Están conformadas por vigas y tijeras con una separación de un metro entre ellas.

- **Pisos:** Estos son apisonados dando lugar a una superficie plana o a su vez se funde un replantillo de 7 cm para luego darle un acabado con cerámica, los pisos de madera deben contener cimientos de 20 cm para colocar viguetas y poder colocar duela madera sobre ellos.
- **Puertas y ventanas:** Son de madera tallada a mano en la actualidad estas se han sustituido por aluminio.
- **Enlucidos:** Son recubrimientos de las paredes exteriores para evitar el desgaste del viento y el agua de las mamposterías dando como resultado una mejor durabilidad al adobe.
- **Cielo raso:** Se coloca carrizo o guadua chancada que luego se le adhiere barro para lograr una pasta la cual sirve como cielo raso.

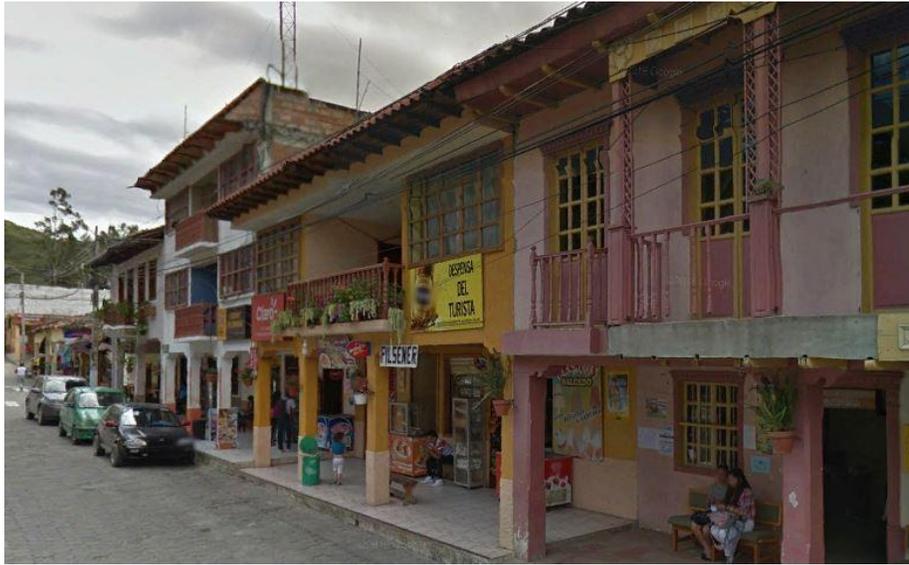
Para la construcción de edificaciones se deberá tener en cuenta un estudio previo del terreno y la ubicación del mismo para evitar en un futuro un colapso hundimiento o fractura en sus mamposterías.

### **6.3.1. Antecedentes Históricos**

La mayor parte de las edificaciones, son utilizadas como residencia y comercio, esto es, permanente en la zona del presente estudio, por ser un lugar turístico y es la principal fuente de ingreso para la parroquia.

Es evidente que en la mayoría de viviendas que se localizan en el centro del poblado, ha sido intervenido, implementando materiales prefabricados, como son: el ladrillo, bloque y cemento, que comprende de dos a tres niveles.

**Figura 6.36. Estado actual de viviendas**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

En el caso de las viviendas que conservan los materiales locales, se destaca la intervención que se ha reflejado en las fachadas, las que mantienen sus portales de antaño, así como sus corredores en las enunciadas construcciones.

**Figura 6.37. Estado actual de las viviendas**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Al continuar con el recorrido, encontramos viviendas en las que se puede evidenciar, el tipo de materiales como las cubiertas de teja, mamposterías de adobe, cimientos de piedra. Etc., que sobresalen de la estructura, como en el siguiente caso:

**Figura 6.38. Estado actual de viviendas**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Adicionalmente, se puede estipular que la Parroquia, cuenta con una gran cantidad de negocios, y en la gran mayoría, sus propietarios son personas extranjeras, quienes ayudan a mantener el ambiente rústico, promueven la identidad, que caracteriza a Vilcabamba, es por eso que, la mayoría de sus viviendas, el uso de suelo es mixta (comercio y residencia), que han empleado materiales como: mamposterías elaboradas de adobe y bloque, pisos y losas de hormigón, cubiertas con planchas de fibrocemento y teja, al igual que una estructura metálica para su soporte, cabe destacar, que los acabados se realizan a base de una pasta de barro( tierra) y cemento, dando una estructura para el recubrimiento de mamposterías.

#### 6.4. Uso de los materiales aplicados en la construcción de viviendas.

En sus inicios de conformación de la Parroquia Vilcabamba, los materiales utilizados para la construcción de viviendas, eran caracterizados por ser proporcionados por la naturaleza, ya que los residentes de este sector, trabajaban en mingas, para la elaboración de edificaciones con materiales como la tierra, que es una mezcla de barro (arcilla y arena) que tiene la forma rectangular y su secado, es al ambiente, este material es utilizado para la construcción de paredes, muros etc.

**Figura 6.39. Vivienda de adobe**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Otro elemento que se utilizaba dentro de la construcción, es la madera, cuya principal característica, es, un material estructural, utilizado para las columnas, vigas, marcos, ventanas y cubiertas.

**Figura 6.40. Aplicación de la madera**

**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

La piedra se ha utilizado desde la antigüedad para la construcción de muros, es la base para realizar, primeramente los cimientos, que servían como soporte. La utilización de la piedra, tiene la ventaja de ser resistente a las diferentes condiciones climáticas, pero debido al hecho que, comenzaron aparecer nuevos elementos constructivos, como el caso del cemento y del acero, que ha remplazado a este material, principalmente, por el tiempo de ejecución, que tardaba en construcción.

**Figura 6.41. Aplicación de la piedra.**

**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

## **6.5. La construcción vernácula en la parroquia Vilcabamba.**

### **6.5.1. Arquitectura vernácula a nivel internacional**

En la actualidad, es preocupante lo que la gran parte de la humanidad actúa sin conciencia, cuando se trata del tema de construcción. Realmente, es una cantidad mínima que se considera la energía consumida en el planeta, donde da lugar a la mitad relacionada con las edificaciones, lo cual se produce por la elaboración y aplicación de elementos constructivos y el acondicionamiento de los mismos.

De esta manera, existe la necesidad de aplicar arquitectura vernácula, ya que las casas tradicionales, se encuentran en los poblados rurales, lo que ayuda considerablemente a optimizar recursos. Antiguamente, los moradores, construían sus viviendas, aplicando ciertos elementos constructivos, sin tener en cuenta sus propiedades bioclimáticas.

Desde la antigüedad, el hombre se ha empeñado en la construcción de viviendas, propendiendo que sean confortables, las que con el transcurso del tiempo, han tomado múltiples transformaciones, como resistencia, funcionalidad y belleza.

Vitrubio, en el siglo I a.C. fue quien estableció condiciones básicas de la arquitectura, que sirvan como un modelo básico de construcción.

Con el pasar del tiempo, la arquitectura se modificó de acuerdo con los diferentes estilos y modas, que llevaron a cambiar los materiales y sistemas constructivos, donde da inicio a los diferentes estilos: gótico, barroco y neoclásico, entre otros.

Se puede decir, que las edificaciones en un sector determinado, también es asociado con una cultura o periodo histórico, como la arquitectura griega, romana, egipcia, la cual refleja

el estilo y la tipología, que son representados en viviendas, fábricas, hoteles, aeropuertos o iglesias.

Es así que la arquitectura, no solo se rige por el gusto, sino que tiene en cuenta una serie de parámetros que lo relacionan entre sí, por ello, es importante la selección de materiales y el comportamiento a las características físicas y con respecto a la función estructural que desempeña.

Durante la primera mitad del siglo XX, se han desarrollado tecnologías industriales que resultan dañinas para el medio ambiente. Por lo que la arquitectura vernácula, se ha caracterizado, por no identificarse con algún estilo específico, sino que es construido por los residentes de una región, los que utilizan materiales locales.

Las manifestaciones vernáculas, se ven reflejadas de acuerdo al clima, topografía, materiales de construcción existentes en el sitio, y la forma de vida de los habitantes, de tal manera que se pueda conservar las costumbres, y preservar la identidad que caracteriza a una región.

Principalmente una arquitectura bioclimática, no es más que la relación hombre-naturaleza, que se concretiza por ser generosa con el medio ambiente, esto implica que se debe relacionar con el clima, ya que es un elemento crítico durante la elaboración de edificaciones, que estarán restringidas a temperaturas, vientos y precipitaciones.

En conclusión, una arquitectura tradicional o vernácula, se caracteriza por la aplicación de materiales locales y por la adecuación y uso de técnicas en la construcción, al igual que la utilización de mano de obra local.

### 6.5.2. Arquitectura vernácula a nivel nacional ecuator: Loja – Vilcabamba

En la provincia de Loja, específicamente en la parroquia de Vilcabamba, la arquitectura vernácula, tiene como principal material de construcción, a la tierra, destacándose como tal, el adobe, tapial, bahareque y madera; según el Dr. Alfonso Palacios, oriundo de Vilcabamba, nos comenta que, a finales de los años 40, contaba con un total de 30 viviendas localizadas al contorno de la plaza central, que contaban con sistemas constructivos uniformes, donde predominaban el bahareque, cubiertas de paja, madera y teja, particularmente estas viviendas, eran de una sola planta

**Figura. 6.42. Vivienda tradicional.**



**Fuente:** Diego Padilla 1955  
**Elaborado por:** El autor

Luego de la construcción de la vía Loja – Vilcabamba, se produce un cambio de arquitectura, que es producido por el comercio, que comienza a existir en esa época y empieza a desarrollarse el turismo.

Las ferias libres organizadas en este sector, albergaban personas que provenían de otros lugares del Ecuador, quienes construían sus propias viviendas, con materiales foráneos

como es el caso del cemento y ladrillo, que de cierta manera rompe, con la idea de una arquitectura tradicional y predominante de estos pueblos, es así, que comienzan a desplazar el sistema tradicional del Bahareque, creando una nueva forma y tipo de vivienda.

Principalmente la arquitectura vernácula existente en la parroquia Vilcabamba, es el fruto de un proceso de conformación, que se ha logrado durante años, donde los habitantes se idearon formas de confort ambiental, utilizando de mejor manera, los recursos locales.

## Capítulo

### 7. Proceso y producción de materia prima

#### 7.1. Procesos de producción del adobe.

La tierra debe ser primeramente seleccionada y cumplir con requerimientos necesarios para la conformación del adobe. El adobe, es un bloque que sirve para la construcción que se identifica como una masa de barro, que contiene ciertos componentes como son, arcilla, limo y arena, son identificados como aglomerados, los que son moldeados y puestos a secar al sol, para luego, ser utilizados en paredes y muros para la conformación de viviendas.

#### 7.2. Preparación de la tierra.

Para la selección del material, se lo realiza mediante métodos empíricos, que se lo realiza mediante el tacto y visualización de la tierra, son basadas en prácticas adquiridas por una tradición familiar, que han pasado de generación en generación y que ha servido para la identificación y elaboración del adobe.

Para la preparación de la tierra será necesario utilizar:

- Una pala, la misma que servirá para el mezclado y batido de la muestra.
- Un tanque de 200 litros, el cual nos ayudara para la recolección del agua.
- Una barreta, que será de gran utilidad para descomponer los terrones, y tener una masa uniforme.
- Un pisón de madera, el cual servirá para apretar la tierra y la piedra.
- Una carretilla, que nos ayudara a transportar el material.
- Un molde de madera, que servirá para la conformación de los bloques de tierra.

Primeramente se excava el material y se lo apila, para luego tomar una cierta cantidad de tierra para la producción de adobes.<sup>87</sup>

**Figura 7.43. Apilado de tierra.**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Luego se toma una muestra considerable para ser humedecida, tomando en cuenta, el tipo de clima, para proceder a colocar el agua, si el material se encuentra seco, debido a los días soleados, se procede a colocar 400 a 500 litros de agua; y, si el suelo se encuentra saturado por los días lluviosos, la cantidad de agua variara entre 200 a 300 aproximadamente.

**Figura 7.44. Saturación del suelo.**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Se deja reposar el suelo, por un tiempo de 24 horas, ya que entre más húmedo se encuentre, este tendrá un mejor grado de consistencia y trabajabilidad.

**Figura 7.45 Trituración de grumos**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Con la ayuda de la barreta, se procede a disgregar terrones, los que se encuentran dispersos en la muestra, que serán triturados, para tener una masa uniforme, al momento de ser mezclados.

Una vez saturado el suelo, con ayuda de una pala, procedemos a realizar el batido de la tierra.

**Figura 7.46. Batido de la tierra**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Se deberá tomar en consideración, que si el material se encuentra levemente seco, se agregará más agua, para facilitar su proceso de mezclado.

Durante el proceso de mezclado, se retiran las partículas mayores o retenidas en una pulgada, con la finalidad de que en su composición, no afecte en lo posterior, y conforme se va batiendo, se va conservando la humedad del suelo, para evitar esfuerzo de trabajo y tener una buena consistencia del adobe.

Este proceso se lo realizara durante 30 min, aproximadamente.

**Figura 7.47. Mezclado de la tierra**

**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Cuando se observe que el material no tenga grumos y partículas mayores a una pulgada, se repite el proceso mínimo dos veces, para luego ser cubierto por un plástico de color, de tal forma que evite el secado por sol o viento.

**Figura 7.48. Recubrimiento de la tierra.**

**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Finalizado el proceso de batido de la muestra, se lo transporta en una carretilla a un lugar bajo techo, para protegerlo del agua principalmente.

**Figura 7.49. Transporte del material.**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Se coloca una capa de arena fina en la superficie donde se va a elaborar el adobe, con la finalidad de evitar que se adhieran el adobe con el suelo.

Para la elaboración del bloque de tierra, será necesario humedecer el molde para evitar que se pegue la muestra en sus paredes. Este proceso se lo realizara cada vez que se coloque muestra en el molde.

**Figura 7.50. Preparación del molde**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

De la misma forma, se lo hará con el pisón para que quede limpio y no se pegue tierra al momento de su compactado.

**Figura 7.51. Preparación del pisón**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Se procede a colocar el material en el molde en su totalidad con la ayuda de una pala.

**Figura 7.52. Elaboración del adobe.**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Una vez lleno el molde, procedemos a pisonear cuidando más las esquinas, con la finalidad que este bien compactado y tratando que tenga uniformidad en todo el bloque de tierra.

**Figura 7.53. Compactado del material.**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Se deberá tener en cuenta que, para el terminado de la última capa, será con mayor cuidado para evitar vacíos.

**Figura 7.54. Enrazado del adobe.**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Una vez que este compactado, se realizara el enrazado con la palma de la mano, para luego ser retirado el molde con sumo cuidado y tener listo el adobe.

**Figura 7.55. Elaboración del adobe.**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

El proceso de secado, es bajo techo, para cubrir del agua, esto demora según las condiciones climáticas, en tiempo de verano, con una temperatura de 22 a 26 grados de 8 a 10 días; y, en invierno, con una temperatura de 16 a 20 grado, tiene un tiempo de secado de 30 días.

**Figura 7.56. Proceso de secado.**



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Considerando la variación del color que tomen sus caras, se deberá rotar el adobe, con la finalidad de secar por igual todos sus lados.

**Figura 7.57. Rotado de caras para el secado.**



**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

Por último es apilado y está listo para ser utilizado en la construcción

**Figura 7.58. Adobe apilado.**



**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

Se debe considerar que para la producción del adobe es necesario de 2 personas, las mismas que por un lapso de 9 horas producirán 250 adobes diarios.

### **7.3. Identificación y recolección de muestras de suelos.**

Referencias.

AASHTO T86-70

ASTM D420-69

Se realiza un recorrido de forma visual, de tal manera que se obtengan información de aglomerados que cumplan con características permisibles, para la dotación de adobe, los mismos que se detectaron y fueron identificados, para proceder a la toma de muestras para comprobar en laboratorio, su plasticidad necesaria para la dotación de materia prima.

Seguidamente, se realizó el catastro de los diferentes sectores que se tomó, acorde a sus características, de tal forma que se identifican de acuerdo a coordenadas, con ayuda del GPS, en el sector de Yamburara alto, donde se encuentra localizada la primera cantera, que la denominaremos M1, y sus coordenadas son:

#### **COORDENADAS UTM (WGS -84)**

<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
699 295	9 527 984

Para luego; tomar una muestra considerable y representativa del aglomerado existente.

**Figura: 7.59. Toma de muestras sector 1 (Yamburara Alto)**



**Fuente:** El autor.

**Elaborado por:** El autor

Esta muestra será empacada en una funda para conservar su humedad y poder trasladarla al laboratorio, para sus estudios pertinentes.

Este proceso se lo realizara en los tres sectores que se ha escogido para este estudio.

La segunda cantera, la designaremos con el nombre de M2, localizada en Yamburara alto y sus coordenadas son:

**COORDENADAS UTM (WGS -84)**

<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
699 755	9 527374

Así mismo tomamos muestra para ser analizada.

**Figura 7.60. Toma de muestra sector 2 (Yamburara Alto)**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Y por último realizamos el muestreo de la cantera tres que será denominada M3, ubicado en Cuba y sus coordenadas son:

**COORDENADAS UTM (WGS -84)**

<b>LATITUD</b>	<b>LONGITUD</b>
699 756	9 527375

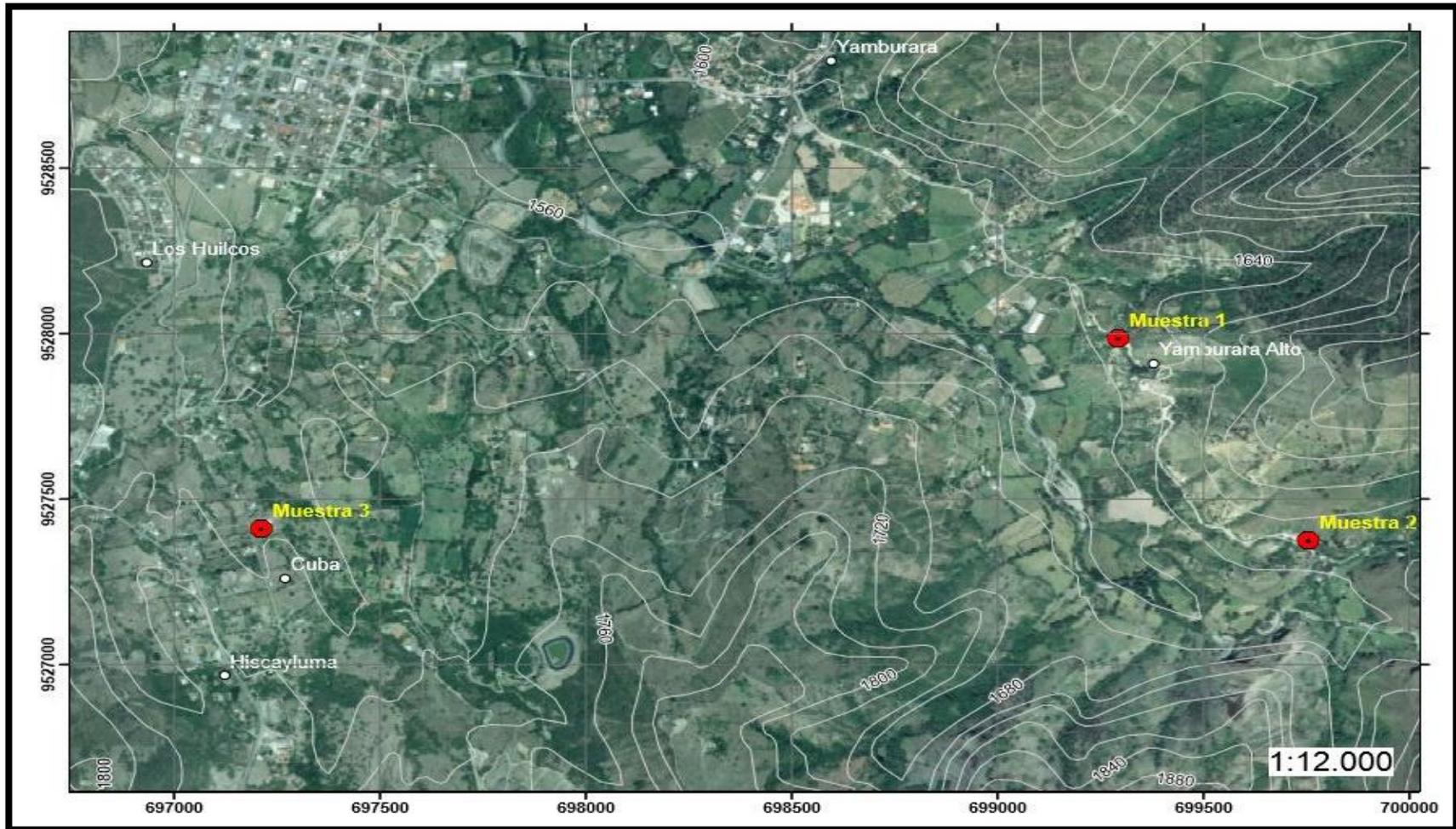
De igual forma se tomara muestra para su respectivo estudio.

**Figura 7.61. Toma de muestras sector 3 (Cuba)**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Figura 7.62. Identificación de canteras



Fuente: EL autor  
Elaborado por: El autor

Luego de la recolección de muestras en campo, realizaremos los análisis pertinentes a cada muestra.

## **7.4. Ensayos para la clasificación y caracterización de suelos.**

### **7.4.1. Contenido de Humedad.**

Referencias

ASTM D2216-71

Es la relación existente entre la masa de un material que llena los poros y la masa de las partículas sólidas expresada en porcentaje, se denomina como contenido de humedad.

#### **Equipos y materiales**

- **Horno.**

El horno, deberá estar a una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ) en toda la cámara de secado.

**Figura 7.63. Horno**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

## - Balanza

Se utiliza una balanza de precisión de  $\pm 0.01$  g, por lo que se trabaja con muestras que tienen un peso aproximado de 200 g o menos.

**Figura 7.64. Balanza.**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

## - Recipientes

Los recipientes que se utilizaran, deberán ser de material resistente a la corrosión y a los diferentes cambios de temperatura.

**Figura 7.65. Capsulas**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

## Procedimiento

Para poder determinar el contenido de humedad de la muestra en laboratorio, se deberá conservar en una funda plástica sellada, dicha muestra será colocada en una bandeja

**Figura 7.66. Contenido de humedad**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Luego, llenamos con la muestra dos recipientes, los mismos que serán pesados en una balanza de precisión de 0.01 g, para luego dejar secar en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ); por 24 horas y ser pesados al momento de enfriarse.

**Figura 7.67. Secado de muestras al horno**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

## Cálculo

$$CH = \frac{(Wr+Mh)-(Wr+Ms)}{(Wr+Ms)-Wr} * 100 \%$$

En donde:

CH = Contenido de Humedad

Wr = Peso del recipiente.

Mh = Muestra húmeda.

Ms = Muestra seca.

### 7.4.2. Limite Líquido y Plástico de un suelo.

Referencia.

AASHTO T89 – 68 y T90 – 70

ASTM 423 – 66 Limite Líquido y D424 – 59 Limite Plástico

Los suelos pueden tener algún grado de humedad que está directamente relacionado con la porosidad de las partículas, la misma que depende del tamaño de los poros, al igual que su permeabilidad y la cantidad o volumen total de poros.

### Equipos y materiales

#### - Horno.

El horno deberá estar a una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ) en toda la cámara de secado.

#### - Balanza

Se utiliza una balanza de precisión de  $\pm 0.01$  g, por lo que se trabaja con muestras que tienen un peso aproximado de 35 g, o menos.

- **Tamiz # 40.**

Es una malla que se utiliza para dividir y fraccionar un suelo en diferentes tamaños de partículas, en este caso, utilizaremos el material retenido para realizar el ensayo de limite plástico.

**Figura 7.68. Tamiz # 40**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

- **Casa grande**

El aparato debe ser calibrado antes de usarse, para que la capa tenga una altura de caída de 1cm. Esta altura se mide con el mango del ranulador, que tienen un espesor de 1cm, tal como se indica en la figura.

**Figura 7.69. Calibrado del equipo.**



**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

En caso que no tenga la altura, se deberá ajustar, se afloja los tornillos de cierre y se gira el tornillo de ajuste, hasta que la distancia sea exactamente de 1cm. Luego se ajusta nuevamente los tornillos de cierre.

- **Ranulador.**

Servirá para separar la muestra colocada en el equipo de casa grande que permitirá verificar la altura correcta de la muestra.

- **Espátula.**

Deberá ser de dos tipos, una que sea rígida para poder mezclar, y otra flexible, la que nos ayude a enrasar la muestra en la copa del casa grande.

- **Recipientes**

Los recipientes que se utilizaran, deberán ser de material resistente a la corrosión y a los diferentes cambios de temperatura.

- **Gotero.**

Sirve para humedecer la muestra una vez que se realice el ensayo de plasticidad en proporciones pequeñas, y luego ser ensayadas en el casa grande.

**Procedimiento.**

Se toma unos 150 gr de suelo y se procede a mezclar con una espátula, añadiendo agua hasta que adopte una consistencia suave y uniforme. Dejar por un espacio de 18 a 24 horas, en estado de saturación.

Remueva la muestra hasta obtener una consistencia suave y uniforme, colocar una porción de ésta pasta en la copa de Casagrande aproximadamente de 50 a 60gr.

Se aplasta el material con la ayuda de una espátula hasta enrasar la superficie de tal forma que su espesor sea máximo de 1 cm.

**Figura 7.70. Enrazado de la muestra.**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Luego se debe realizar la ranura en el centro de la copa con el ranulador, debiendo quedar un canal perfectamente limpio y bien definido.

**Figura 7.71. Ranura.**

Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Una vez realizado este procedimiento, empezamos a girar la copa a razón de 2 golpes por segundo, contando en número de golpes necesarios, para que la parte inferior del talud, se cierre a 12mm o 1.27cm.

**Figura 7.72. Elaboración del límite Plástico.**

Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

La ranura deberá cerrarse por flujo del suelo y no por deslizamiento del mismo, respecto a la capa, que se deberá contabilizar los golpes y luego proceder a determinar el contenido de humedad, tomando parte del material que se ha unido, para luego pesar la muestra húmeda más el recipiente y colocarla al horno para el secado de la muestra.

Este proceso se lo repetirá para tomar 5 valores como mínimo, los mismos que tendrán una diferencia de número de golpes, por lo que, la muestra se va variando por los diferentes contenidos de agua. Comprendidos entre los límites siguientes: 15-20; 20-25; 25-30; 30-35; 35-40. Pasado el tiempo de secado, obtener el peso de la muestra seca más el recipiente.

### **Calculo**

Dibujar una gráfica (Curva de Fluidez) con los contenidos de agua en escala natural como ordenadas y el número de golpes como abscisas en escala logarítmica (esta curva deberá considerarse como una recta).

El valor de la ordenada correspondiente a 25 golpes, se la anotará como límite líquido del suelo y se indicará redondeándolo al número entero más próximo.

$$CH = \frac{(Wr+Mh)-(Wr+Ms)}{(Wr+Ms)-Wr} * 100 \%$$

En donde:

CH = Contenido de Humedad

Wr = Peso del recipiente.

Mh = Muestra húmeda.

Ms = Muestra seca.

$$B = W_r + M_h \text{ (gr)}$$

$$C = W_r + M_s \text{ (gr)}$$

$$D = C * A * M_s$$

$$E = B * C * W \text{ del agua}$$

$$CH = (E/D) * 100 = \text{contenido de humedad}$$

### 7.4.3. Análisis granulométrico – método mecánico.

Referencia.

AASHTO T87 – 70 y T90 – 70

ASTM D421 – 58 y D422-63

Se realiza el análisis granulométrico, que se lleva a cabo de una muestra de suelo en el laboratorio, para clasificarlo en grava, arena, mediante el tamizado mecánico; el que separa el suelo, de tal forma que, pueda determinar los diferentes tamaños que pasan por una serie de tamices ordenados de mayor a menor abertura.

#### Equipos y materiales

##### - Horno.

El horno, deberá estar a una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ) en toda la cámara de secado.

##### - Balanza

Se utiliza una balanza de precisión de  $\pm 0.01$  g, por lo que se trabaja con muestras que tienen un peso aproximado de 35 g o menos.

- **Juego de tamices.**

Son mallas que se utiliza para dividir y fraccionar un suelo en diferentes tamaños de partículas, de acuerdo con una serie determinada, que va desde mayor a menor.

**Procedimiento.**

Luego de tomar de 200 a 300 gr de muestra, se procede a ser lavado por el tamiz número 200, se toma la muestra retenida en el tamiz, para proceder a colocarla en el horno a 110 °C, para ser secado en 24 horas, y luego, ser pasada por la siguiente serie de tamices: 3", 2½", 2", 1½", 1", ¾", 3/8", No. 4 de mayor a menor, colocando al final un fondo; el mismo que ayudara a recolectar la muestra que pase el tamiz Nro. 4, para luego realizar el tamizado en la serie fina , después de lo cual se vierte sobre los tamices: No. 10, No. 20, No. 40, No. 60, No. 100, No. 200 y fondo dispuestos sucesivamente de mayor a menor y se procede a realizar la granulometría fina.

**Figura 7.73. Serie de tamices gruesos y finos.**



Serie Gruesa



Serie Fina

Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

## Calculo

Se deberá calcular el porcentaje de cada tamiz, dividiendo el peso retenido para el peso de la muestra original, luego se realiza una gráfica, en la cual nos indicara el porcentaje de las partículas de acuerdo con el tamiz empleado.

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \frac{\text{Peso Acumulado (individual)}}{\text{Peso total}}$$

Luego, para la serie fina se considerara lo siguiente:

$$\% \text{ Que pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

### 7.4.4. Análisis granulométrico – método del hidrómetro.

Referencia.

AASHTO T87-70 y T88 – 70

ASTM D421 – 58 y D422-63

Se realiza el análisis granulométrico de suelos, en los cuales existe una cantidad apreciable de partículas inferiores al tamiz # 200.

### Equipos y materiales

- **Cilindro de sedimentación.**

Deberá ser una probeta cilíndrica de capacidad de 1000 cm<sup>3</sup>.

- **Hidrometro**

Deberá estar graduado de acuerdo con la escala que tenga grabada, se identifica como 151 H.

y estar calibrado para una gravedad específica de 1.00 a 20 °C.

- **Termómetro de inmersión.**

Con apreciación de 0.5 °C.

- **Cronometro o reloj.**

Servirá para controlar el tiempo de inmersión del hidrómetro.

- **Horno.**

El horno, deberá estar a una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ) en toda la cámara de secado.

- **Agente dispersante.**

Se utiliza una solución de hexametáfosfato de sodio, el mismo que se disolverá en agua destilada o desmineralizada en proporción de 40 g por cada litro de agua.

#### **Calibración del hidrómetro.**

Se procede a llenarse con agua destilada, un cilindro graduado de 1000 ml de capacidad, para luego observar y anotar la lectura del nivel del agua, la que deberá estar a 20 °C. Aproximadamente, para luego introducir el hidrómetro y tomar una nueva lectura. La diferencia entre estas dos lecturas, es igual al volumen del bulbo, más la parte del vástago que está sumergida.

#### **Preparación de la muestra.**

Según el tipo de suelo, varia el tamaño de la muestra que se debe usar para el análisis por hidrómetro. Se debe considerar que la cantidad requerida para suelos arenosos es de 75 a 100 g y para limos y arcillas de 50 a 60 g esto se deberá realizar con el peso seco.

**Procedimiento.**

Se debe tomar una cantidad de 50 g de suelo seco, y se procede a mezclarlo con 125 ml de solución al 4 % de  $\text{NaPO}_3$ , la misma que deberá ser fresca y no haberse preparado con un mes de anterioridad.

**Figura 7.74. Hexametáfosfato de sodio.**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

De esta manera, se deja reposar la muestra durante una hora, para luego transferirla a un vaso de la maquina batidora de refrescos y añadir agua común hasta lograr llenar  $\frac{2}{3}$  del mismo, se lo deberá mezclar entre el lapso de 3 a 5 minutos.

**Figura 7.75. Muestra en la maquina batidora.**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Luego de realizar el batido, se procederá a transferir la muestra a un cilindro de sedimentación o probeta, realizándolo con sumo cuidado para evitar perdida de material, se añade agua común, con la finalidad de completar la marca de 1000 ml, se deberá verificar la temperatura del agua común.

**Figura 7.76. Traslado de muestra a cilindro de sedimentación.**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Se deberá tomar un tapón de caucho # 12, para proceder a tapar la boca del cilindro, en caso de no tener al alcance, se lo realizara con ayuda de la palma de la mano, de tal manera que, al momento de proceder a agitarlo, no se salga la muestra. Este proceso, se lo realizara por el lapso de 1 minuto, donde finalmente, se lo colocara en la mesa para introducir el hidrómetro y tomar lecturas de los siguientes intervalos de tiempo: 1, 2, 3 y 4 minutos 8, 15, 30 minutos y por último, tomaremos lecturas de 1, 2, 4, 8, 24 horas.

**Figura 7.77. Lectura del hidrómetro.**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

### **Calculo**

Para determinar el diámetro de las partículas del suelo en suspensión que corresponden a cada lectura de hidrómetro, se emplea el nomograma que corresponde a las profundidades efectivas.

#### **7.4.5. Gravedad específica de los sólidos del suelo.**

Este método se utiliza para determinar la gravedad específica de los suelos por medio de un picnómetro

Referencia.

AASHTO T100-70

ASTM D854 – 58

#### **Equipos y materiales**

- **Frasco volumétrico.**

Deberá tener una capacidad de 250 ml.

- **Bomba de vacío**

Este equipo sirve para extraer el aire atrapado capaz de producir un vacío parcial de 100 mm de mercurio (Hg.).

- **Balanza**

Se utiliza una balanza de precisión de  $\pm 0.01$  g por lo que se trabaja con muestras que tienen un peso aproximado de 35 g o menos.

- **Cronometro o reloj.**

Servirá para controlar el tiempo de inmersión del hidrómetro.

- **Vaso de precipitación.**

Se utiliza para contener líquidos o sustancias, y soportar temperaturas altas para poder secar una muestra.

### **Preparación de la muestra.**

La muestra de suelo se puede ensayar con su humedad natural, o puede secarse al horno, sin embargo, algunos suelos, tienen un alto contenido de materia orgánica, los mismos que son difíciles de humedecer después de que se han secado al horno.

### **Procedimiento.**

Se debe mezclar entre 100 y 120 g de suelo con agua, que serán colocados en el batidor de refrescos; se pesa el frasco volumétrico vacío y, posteriormente, colocar la muestra en el y ser llenado de agua, la misma que se debe encontrar en la marca volumétrica, se procederá a pesar el frasco y registrar el peso; al igual que su temperatura de forma que la mezcla agua suelo, se encuentre en similar temperatura, dentro de 1°C.

Luego de 15 a 30 minutos, se transferirá el suelo saturado del plato evaporador, al plato volumétrico, para luego conectar al frasco a un ducto de vacío por un lapso de 10 minutos, el que se agitará suavemente, para sacar la mayor cantidad de aire que se encuentra en la muestra.

**Figura 7.78. Bomba de vacío**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Luego de ello se verificara, si existen burbujas, y se volverá a repetir el proceso, anteriormente indicado, se procederá a enrazar el picnómetro y luego, se tomara la temperatura para proceder a poner en el vaso de precipitación y secarlo de 24 a 48 horas.

**Figura 7.79. Vaso de precipitación.**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

### Calculo

Se deberá repetir la secuencia, para valores adicionales de  $G_s$ , hasta obtener valores de un rango del 2 %, definido de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Mayor valor de } G_s}{\text{Menor valor de } G_s} \leq 1.02$$

Luego de obtener los valores de  $G_s$ , se deberá obtener su promedio, redondear a 0.01 y registrar el valor.

### 7.4.6. Relaciones humedad – densidad (Ensayos de Compactación).

Este método se utiliza para obtener la relación densidad – humedad, para un esfuerzo de compactación dado sobre un suelo en particular.

Referencia.

AASHTO T99-70 (estándar) y T180-70 (modificado)

ASTM D698-70 y D1557-70

### **Equipos y materiales**

- **Molde de compactación.**

Deberá tener una un diámetro de 10.30 cm y una altura de 12.0 cm, y un collar del mismo diámetro y una base cuadrada en donde se colocara el molde.

- **Martillo compactador.**

Deberá tener un peso de 5 kilogramos y caer de una altura de 45 centímetros, el cual será compactando en 5 capas las cuales recibirán 50 golpes cada una de ellas.

- **Malla o zaranda de 3/4.**

Servirá para tamizar el material y tener una muestra uniforme.

- **Malla o zaranda # 4.**

Servirá para reponer el material en caso de haber retenido en el tamiz de 3/4.

- **Balanza de precisión al 0.05 g.**

Se debe utilizar este tipo de balanza, cuando las muestras pesan más de 6000 kg.

- **Bandeja grande.**

Deberá ser de 0.80 X 0.80 m, la misma que servirá para mezclar el material con agua.

- **Horno**

El horno deberá estar a una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ) en toda la cámara de secado.

- **Probeta graduada.**

Se utilizará una probeta graduada de 1000, 500 y 250 ml para colocar el agua en la muestra.

- **Recipientes de humedad.**

Los recipientes que se utilizarán, deberán ser de material resistente a la corrosión y a los diferentes cambios de temperatura.

**Preparación de la muestra.**

La muestra debe estar seca, y en el caso de contener humedad, se deberá proceder a colocarla en el horno para luego tomar 24000 kg de suelo.

**Procedimiento.**

Se debe pasar la muestra por el tamiz de 3/4. El material que se retenga en dicho tamiz, será pesado donde se lo deberá reponer colocando el tamiz # 4 y el 3/4. Donde se tomara el material pasante del 3/4 y retenido en el # 4; luego de reponer el material se revuelve hasta lograr una mezcla uniforme.

**Figura 7.80. Tamizado y reposición del material.**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Una vez mezclado el material, se procederá a tomar muestras y enfundarlas con un peso de 6000 kg y procedemos a compactar en 5 capas, las cuales se les dará 50 golpes en cruz alrededor del molde.

**Figura 7.81. Equipo para ensayo de compactación.**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Por último, se toma muestra para determinar su contenido de humedad y dejar secar por 24 horas, de esta manera, se humedecerá el resto de las muestras con una diferencia del 2 % , en cada una de ellas, de tal forma que, forme una curva que se podrá notar al momento de su peso ya compactado.

**Figura 7.82. Contenido de humedad.**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Calculo.**

Se calcula el contenido de humedad y el peso unitario seco del suelo compactado.

$$w = \frac{A - B}{B - C} * 100$$

$$W = \frac{w1}{w + 100} * 100$$

Donde:

W: Porcentaje de humedad en la muestra compactada.

A: Peso del recipiente y suelo húmedo

B: Peso del recipiente y suelo seco.

C: Peso del recipiente

W: Peso unitario seco del suelo compactado, en kilogramos por metro cúbico.

W. = Peso unitario húmedo del suelo compactando, en Kilogramos por metro cúbico.

## Capítulo

### 8. Análisis, resultados y conclusiones.

Basándonos en El **Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (Unified Soil Classification System (USCS))**, el mismo que es un sistema que nos permitirá identificar los suelos y poder determinar la textura y tamaño de las partículas existentes.

De esta manera la norma SUCS establece el tipo de suelo con la siguiente denotación:

**Tabla 8.2. Clasificación del suelo**

<b>Símbolo</b>	<b>Definición</b>
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Orgánico
P	Pobrementemente gradado (tamaño de partícula Uniforme)
W	Bien gradado (tamaños de partícula diversos)
H	Alta Plasticidad
L	Baja plasticidad

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Según los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos y rocas, aplicando la norma AASHTO T89 – 68 y T90 – 70 ASTM 423 – 66 Limite Líquido y D424 – 59 Limite Plástico, podemos constatar los siguientes resultados, que se lograron de cada cantera, para determinar el tipo de suelo, granulometría y su índice de plasticidad, los mismos que se indican a continuación.

Figura 8.83. Clasificación del suelo cantera # 1



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

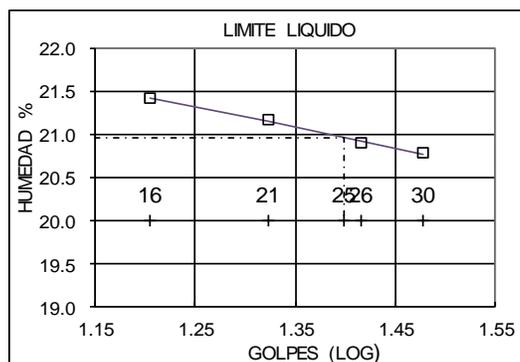
PROY. : IDENTIFICACION DE CANTERAS DE MATERIAL PARA PRODUCCION DE ADOBE  
EN LA PARROQUIA VILCABAMBA

OBRA : CLASIFICACION DE SUELO

UBIC. : YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA POZO: MUESTRA 1

FECHA : JULIO - 2016 OPERADOR: P.O. PROFUND.: STOK m.

GOLPES		PESO HM.	PESO SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		110.38	105.53	25.77	6.08	
		105.87	101.40	26.50	5.97	6.02
2.- LIM. LIQUIDO		30	36.40	34.70	26.52	20.78
		26	38.21	36.35	27.45	20.90
		21	37.73	35.58	25.42	21.16
		16	37.15	35.37	27.06	21.42
3.- LIMITE PLASTICO		37.53	36.22	27.47	14.97	
		35.78	34.27	24.11	14.86	14.92
4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN= 665.9 (H/S) H				GRAVA= 17 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 628.1				ARENA= 43 %		
				FINOS= 40 %		
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL = 21.00 %		
1 1/2"	0.00	0.0	100	LP = 15.00 %		
1"	39.27	6.3	94	IP = 6.00 %		
3/4"	0.00	6.3	94	CLASIFICACION: SUCS = SC AASHTO= A-4 IG(86)= 1 IG(45)= 1		
1/2"	12.65	8.3	92			
3/8"	9.05	9.7	90			
No. 4	43.37	16.6	83			
No. 10	108.22	33.8	66			
No. 40	67.80	44.6	55			
No. 200	96.26	60.0	40			
COLOR= CAFÉ OSCURO						



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 8.84 Clasificación de suelos cantera # 2**

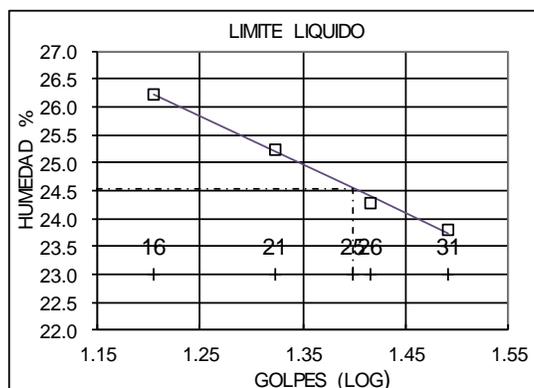


UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LOJA

PROY. : IDENTIFICACION DE CANTERAS DE MATERIAL PARA PRODUCCION DE ADOBE  
EN LA PARROQUIA VILCABAMBA

OBRA : CLASIFICACION DE SUELO  
UBIC. : YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA POZO: MUESTRA 2  
FECHA : JULIO - 2016 OPERADOR: P.O. PROFUND.: STOK m.

	GOLPES	PESO HM.	PESO SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		96.58	94.14	27.07	3.64	3.49
		89.66	87.65	27.63	3.35	
2.- LIM. LIQUIDO	31	37.87	35.72	26.68	23.78	24.54
	26	36.30	34.28	25.96	24.28	
	21	37.01	34.71	25.60	25.25	
	16	36.42	34.59	27.61	26.22	
3.- LIMITE PLASTICO		33.98	32.90	25.27	14.15	14.07
		35.64	34.59	27.08	13.98	
4.- GRANULOMETRIA				5.- CLASIFICACION.-		
PESO IN= 694.3 (H/S) H				GRAVA= 31 %		
PESO INICIAL DE CALCULO: 670.8				ARENA= 33 %		
				FINOS= 37 %		
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL = 25.00 %		
1 1/2"	0.00	0.0	100	LP = 14.00 %		
1"	55.93	8.3	92	IP = 11.00 %		
3/4"	52.33	16.1	84	CLASIFICACION: SUCS = SC AASHTO= A-6 IG(86)= 1 IG(45)= 1		
1/2"	27.89	20.3	80			
3/8"	19.84	23.3	77			
No. 4	48.85	30.5	69			
No. 10	97.67	45.1	55			
No. 40	50.48	52.6	47			
No. 200	70.94	63.2	37			
COLOR= AMARILLO						



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Figura 8.85. Clasificación de suelos cantera # 3**

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

PROY. : IDENTIFICACION DE CANTERAS DE MATERIAL PARA PRODUCCION DE ADOBE  
EN LA PARROQUIA VILCABAMBA

OBRA : CLASIFICACION DE SUELO

UBIC. : CUBA - PARROQUIA VILCABAMBA

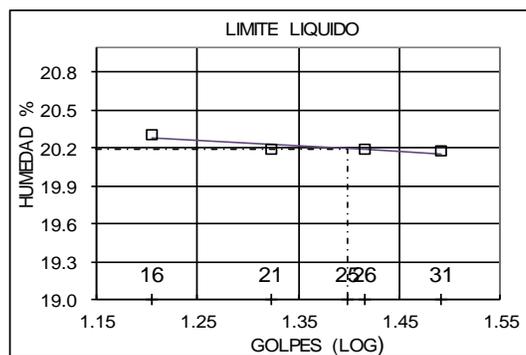
POZO: MUESTRA 3

FECHA : JULIO - 2016

OPERADOR: P.O.

PROFUND.: STOK m.

	GOLPES	PESO HM.	PESO SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		107.97	105.78	25.44	2.73	
		101.28	99.59	27.46	2.34	2.53
2.- LIM. LIQUIDO	31	44.36	41.56	27.68	20.17	
	26	41.02	38.43	25.60	20.19	
	21	39.71	37.40	25.96	20.19	
	16	41.69	39.26	27.29	20.30	20.20
3.- LIMITE PLASTICO		39.08	37.38	27.40	17.03	
		37.85	36.29	27.23	17.22	17.13
4.- GRANULOMETRIA			5.- CLASIFICACION.-			
PESO IN= 877.1 (H/S) H			GRAVA=		41 %	
PESO INICIAL DE CALCULO: 855.4			ARENA=		49 %	
			FINOS=		10 %	
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA	LL = 20.00 %		
1 1/2"	0.00	0.0	100	LP = 17.00 %		
1"	172.17	20.1	80	IP = 3.00 %		
3/4"	24.90	23.0	77	CLASIFICACION:		
1/2"	30.95	26.7	73	SUCS = SM		
3/8"	32.45	30.5	70	AASHTO= A-1-a		
No. 4	93.10	41.3	59	IG(86)= 0		
No. 10	202.18	65.0	35	IG(45)= 0		
No. 40	105.51	77.3	23			
No. 200	108.69	90.0	10			
COLOR= CAFÉ CLARO						



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

De esta manera, podemos observar que la cantera 1 se clasifica en SC (arena arcillosa), y un índice de plasticidad de 6 %, al igual que la cantera 2, pero con la diferencia del índice de plasticidad del 11 %, finalmente, tenemos la cantera 3, la misma que se identifica como una SM (Arena limosa), con índice de plasticidad de 3 %.

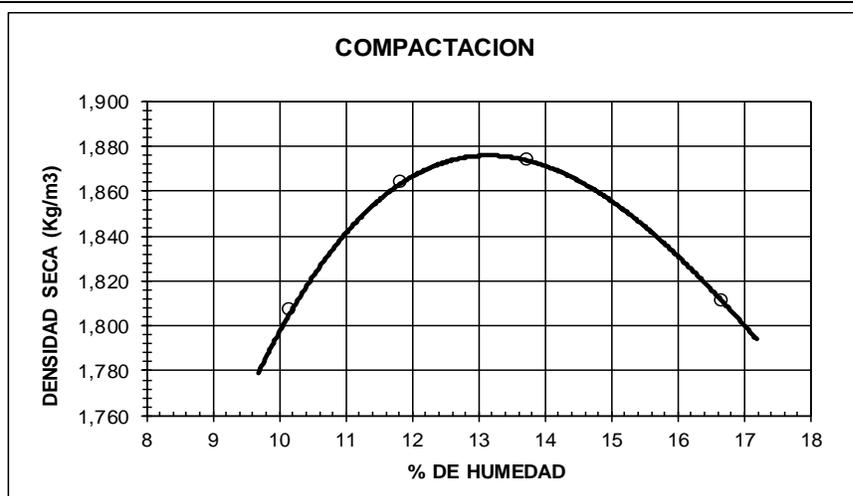
Según los estudios realizados por Minke (2001), basándose en la normativa peruana, nos dice que: Para la selección del material a utilizarse en la elaboración de adobes, su índice de plasticidad, deberá estar en un rango de 3 a 6 %, por lo que la tierra con mucho contenido de arcilla es inadecuada, al mismo tiempo que si el material cuenta con poca arcilla, se presentara como una arena, y no tendrá una conformación firme y resistente, de tal manera que, la cantera número 2 , deberá ser descartada por su alto grado de plasticidad.

Cabe resaltar que se puede mejorar su índice de plasticidad con ayuda de arena en caso de tener un elevado índice de plasticidad, y colocar arcilla si la cantera tiene un bajo índice de plasticidad, lo que significa que se elevara el costo de producción debido al transporte del material requerido.

De esta manera, procederemos a encontrar el contenido de humedad optimo mediante el ensayo de Relaciones humedad – densidad (Ensayos de Compactación), bajo la norma T180-70 y ASTM D1557-70, que se detalla a continuación:

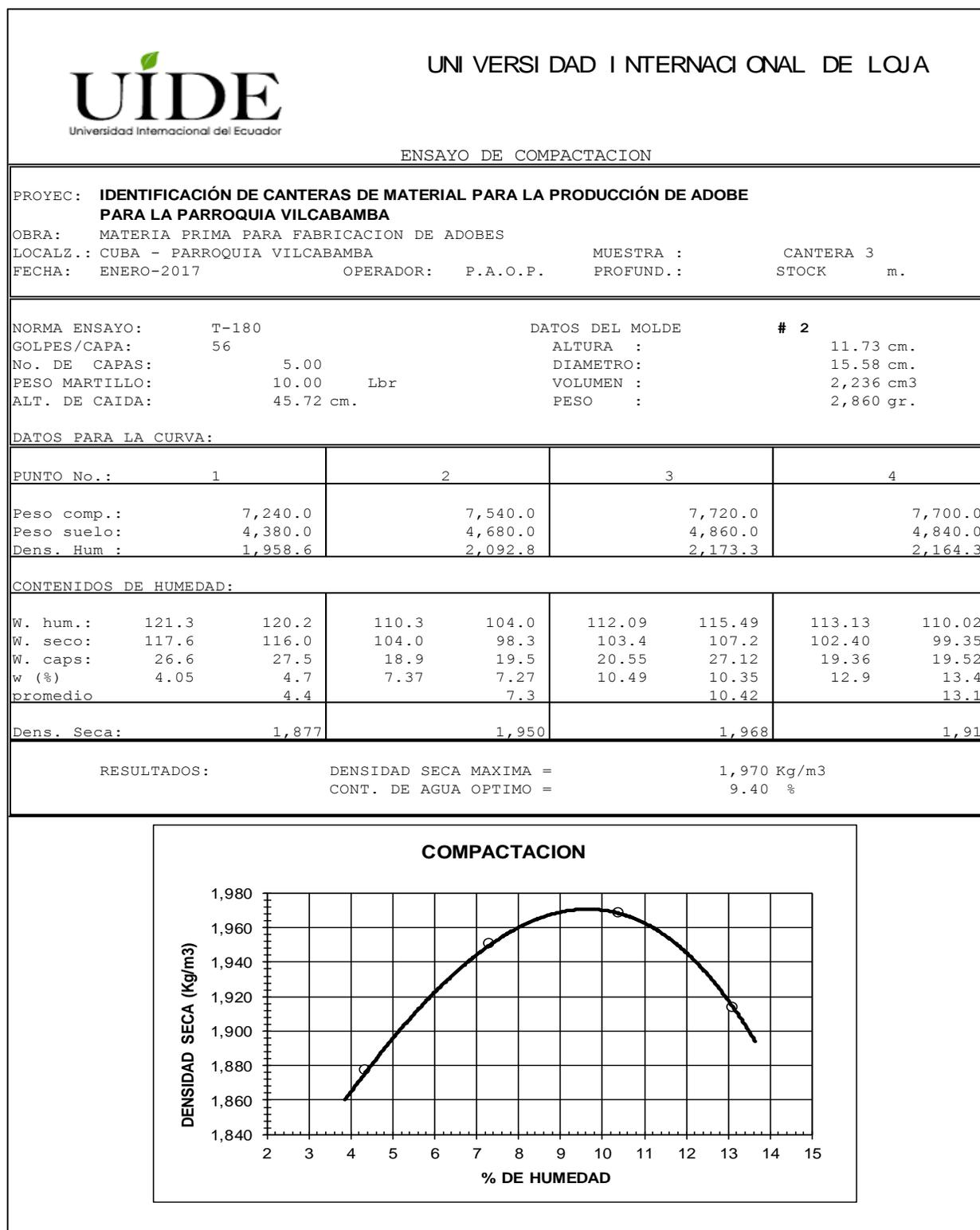
Figura 8.86. Compactación del suelo cantera # 1

<b>PROYEC: IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS DE MATERIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOBE PARA LA PARROQUIA VILCABAMBA</b>								
<b>OBRA: COMPACTACIÓN DE SUELO</b>								
LOCALIZ.: YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA		MUESTRA : CANTERA 1						
FECHA: ENERO-2017		OPERADOR: P.A.O.P. PROFUND.: STOCK m.						
NORMA ENSAYO: T-180 GOLPES/CAPA: 56		DATOS DEL MOLDE # 3 ALTURA : 11.20 cm. DIAMETRO: 15.57 cm. VOLUMEN : 2,132 cm <sup>3</sup> PESO : 2,845 gr.						
No. DE CAPAS: 5.00 PESO MARTILLO: 10.00 Lbr ALT. DE CAIDA: 45.72 cm.								
DATOS PARA LA CURVA:								
PUNTO No.:	1	2	3	4				
Peso comp.:	7,090.0	7,290.0	7,390.0	7,350.0				
Peso suelo:	4,245.0	4,445.0	4,545.0	4,505.0				
Dens. Hum :	1,990.6	2,084.4	2,131.3	2,112.6				
CONTENIDOS DE HUMEDAD:								
W. hum.:	134.4	142.2	143.3	151.8	169.6	190.1	183.4	163.7
W. seco:	124.9	132.3	132.0	139.1	153.0	171.5	162.0	145.3
W. caps:	33.6	33.6	34.1	34.8	34.2	33.4	34.5	34.5
w (%)	10.4	10.0	11.5	12.2	14.0	13.5	16.8	16.6
promedio		10.2		11.8		13.8		16.7
Dens. Seca:	1,807		1,864		1,874		1,811	
RESULTADOS:		DENSIDAD SECA MAXIMA =		1,876 Kg/m <sup>3</sup>				
		CONT. DE AGUA OPTIMO =		13.20 %				



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Figura 8.87. Compactación del suelo cantera # 3



Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Luego de realizar el ensayo y obtener los resultados, se puede observar que la cantera #1 tiene un porcentaje óptimo de humedad del 13.20 %, y la cantera # 3, tiene el 9.40 %; estos datos nos ayudan a proporcionar la cantidad de agua requerida, para la mezcla de los materiales.

Ya que la cantera # 3, tiene un bajo contenido óptimo de humedad, se deberá descartar para los ensayos de resistencia, puesto que al colocar agua en menor proporción, esta se disgregara, haciendo que el adobe, no tenga una consistencia firme tal como se lo indica a continuación.

**Figura 8.88. Mezcla del material cantera 3 menor cantidad de agua.**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

De esta manera, se procede a preparar la muestra de la cantera 1 y realizar los adobes para verificar su resistencia tomando en consideración el tamaño y el porcentaje de agua.

Dado que el material se encuentra a la intemperie, se deberá tener en cuenta el porcentaje de humedad que ya contiene, de esta manera, se procederá a construir los adobes, considerando tres tipos de moldes, grande, mediano y pequeño, donde sus dimensiones serán variadas para determinar el tamaño apropiado, acorde a su resistencia; los mismos que se tomó como referencia

al de cada cantera, y tendrán una modificación en una de sus caras (longitud), por contar con una variación en cada uno de ellos, mientras que en los demás lados, se mantendrá la misma dimensión.

**Tabla 8.3. Dimensionamiento de moldes**

<b>Ubicación</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Alto</b>
Cantera 1	18	36	14
Cantera 3	18	38	14

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Según estas dimensiones se ponderara, para obtener nuestras nuevas dimensiones tal como se detalla a continuación.

**Tabla 8.4. Dimensionamiento de moldes**

<b>Tipo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Alto</b>
Molde Grande	18	42	14
Molde Medio	18	36	14
Molde Pequeño	18	32	14

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Una vez modificado el molde, procedemos a la elaboración de los adobes, considerando que la cantera 1 ya contiene 7.39 % de humedad.

Tomando como referencia la norma española UNE 41410, (Una Norma Española) nos dice que:

La resistencia de un adobe procesado es de 1 MPa o (10 Kg/cm<sup>2</sup>).

**Figura 8.89 Mezcla del material cantera 1**

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Así, se procederá a dejar secar los bloques de manera natural, colocados al intemperie, considerando que deberán ser protegidos de la lluvia, para evitar algún tipo de desperfectos, luego por un lapso de 5 días aproximadamente, dependiendo de las condiciones climáticas, se procederá a rotar el adobe, de tal forma que, tenga un secado uniforme en todas sus caras; una vez que se ha logrado obtener un bloque firme y consistente, se deberá comprobar su resistencia a la compresión en el laboratorio.

**Figura 8.90. Ensayo de resistencia a la compresión**

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 8.91. Rotura de adobes con 13.92 % de agua tamaño grande cantera 1**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**PRUEBAS EN BLOQUES DE TIERRA CRUDA**

PROYECTO:	IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS DE MATERIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOBE PARA LA PARROQUIA VILCABAMBA		
OBRA:	MATERIA PRIMA PARA FABRICACION DE ADOBES		
UBICACIÓN:	YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA	DIMENSION	42.00 cm. 18.00 cm.
			FECHA = 13-feb

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA ELABORACIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>
1	TAMAÑO GRANDE	29-ene	15	13-feb	42.00	18.00	756.00	10,140.0	13.41
2	TAMAÑO GRANDE	29-ene	15	13-feb	42.00	18.00	756.00	11,120.0	14.71
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<b>PROMEDIO</b>									<b>14.06</b>

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 8.92. Rotura de adobes con 13.92 % de agua tamaño mediano cantera 1**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**PRUEBAS EN BLOQUES DE TIERRA CRUDA**

PROYECTO:	IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS DE MATERIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOBE PARA LA PARROQUIA VILCABAMBA		
OBRA:	MATERIA PRIMA PARA FABRICACION DE ADOBES	DIMENSION	36.00 cm. 18.00 cm.
UBICACIÓN:	YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA	FECHA =	13-feb

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA ELABORACIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>
1	TAMAÑO MEDIANO	29-ene	15	13-feb	36.00	18.00	648.00	9,800.0	15.12
2	TAMAÑO MEDIANO	29-ene	15	13-feb	36.00	18.00	648.00	10,200.0	15.74
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<b>PROMEDIO</b>									<b>15.43</b>

Fuente: El autor  
 Elaborado por: El autor

**Figura 8.93. Rotura de adobes 13.92 % de agua tamaño pequeño cantera 1**



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

**PRUEBAS EN BLOQUES DE TIERRA CRUDA**

PROYECTO:	IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS DE MATERIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOBE PARA LA PARROQUIA VILCABAMBA		
OBRA:	MATERIA PRIMA PARA FABRICACION DE ADOBES	DIMENSION	42.00 cm.
UBICACIÓN:	YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA	FECHA =	13-feb 18.00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA ELABORACIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>
1	TAMAÑO PEQUEÑO	29-ene	15	13-feb	32.00	18.00	576.00	8,900.0	15.45
2	TAMAÑO PEQUEÑO	29-ene	15	13-feb	32.00	18.00	576.00	9,100.0	15.80
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<b>PROMEDIO</b>									<b>15.63</b>

=

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 8.94. Rotura de adobes con 16.04 % de agua tamaño mediano cantera 1**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**PRUEBAS EN BLOQUES DE TIERRA CRUDA**

PROYECTO:	IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS DE MATERIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOBE PARA LA PARROQUIA VILCABAMBA		
OBRA:	MATERIA PRIMA PARA FABRICACION DE ADOBES	DIMENCION	36.00 cm.
UBICACIÓN:	YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA	FECHA =	13-feb 18.00 cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA ELABORACIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>
1	TAMAÑO MEDIANO	29-ene	15	13-feb	36.00	18.00	648.00	11,360.0	17.53
2	TAMAÑO MEDIANO	29-ene	15	13-feb	36.00	18.00	648.00	10,860.0	16.76
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<b>PROMEDIO</b>									<b>17.15</b>

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 8.95. Rotura de adobes con 17.46 % de agua tamaño grande cantera 1**



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

**PRUEBAS EN BLOQUES DE TIERRA CRUDA**

PROYECTO:	IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS DE MATERIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOBE PARA LA PARROQUIA VILCABAMBA		
OBRA:	MATERIA PRIMA PARA FABRICACION DE ADOBES	DIMENSION	42.00 cm. 18.00 cm.
UBICACIÓN:	YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA	FECHA =	13-feb

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA ELABORACIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>
1	TAMAÑO GRANDE	29-ene	15	13-feb	42.00	18.00	756.00	16,660.0	22.04
2	TAMAÑO GRANDE	29-ene	15	13-feb	42.00	18.00	756.00	16,700.0	22.09
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<b>PROMEDIO</b>									<b>22.06</b>

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 8.96. Rotura de adobes 17.46 % de agua tamaño mediano cantera 1**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**PRUEBAS EN BLOQUES DE TIERRA CRUDA**

PROYECTO:	IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS DE MATERIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOBE PARA LA PARROQUIA VILCABAMBA		
OBRA:	MATERIA PRIMA PARA FABRICACION DE ADOBES		
UBICACIÓN:	YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA	DIMENSION	36.00 cm. 18.00 cm.
			FECHA = 13-feb

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA ELABORACIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>
1	TAMAÑO MEDIANO	29-ene	15	13-feb	36.00	18.00	648.00	11,220.0	17.31
2	TAMAÑO MEDIANO	29-ene	15	13-feb	36.00	18.00	648.00	11,260.0	17.38
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<b>PROMEDIO</b>									<b>17.35</b>

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Figura 8.97. Rotura de adobes con 17.46 % de agua tamaño pequeño cantera 1**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**PRUEBAS EN BLOQUES DE TIERRA CRUDA**

PROYECTO:	IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS DE MATERIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOBE PARA LA PARROQUIA VILCABAMBA		
OBRA:	MATERIA PRIMA PARA FABRICACION DE ADOBES	DIMENSION	32.00 cm.
			FECHA = 13-feb 18.00 cm.
UBICACIÓN:	YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA		

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA ELABORACIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>
1	TAMAÑO PEQUEÑO	29-ene	15	13-feb	32.00	18.00	576.00	9,320.0	16.18
2	TAMAÑO PEQUEÑO	29-ene	15	13-feb	32.00	18.00	576.00	9,410.0	16.34
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<b>PROMEDIO</b>									<b>16.26</b>

Fuente: El autor  
 Elaborado por: El autor

De esta manera podemos observar el comportamiento en la siguiente gráfica de la resistencia con relación al porcentaje del agua.

**Tabla 8.5 Porcentaje de humedad y resistencia tamaño grande.**

tipo	Dimensiones			Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso seco (Kg)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Humedad opt.(%)	Humedad (%)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )
	A	L	H						
Grande 1	0.18	0.42	0.14	0.011	20.63	1876	13.92	14.46	14.06
Grande 2	0.18	0.42	0.14	0.011	18.615	1876	17.46	16.37	22.06

**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

En donde el volumen se lo obtendrá:

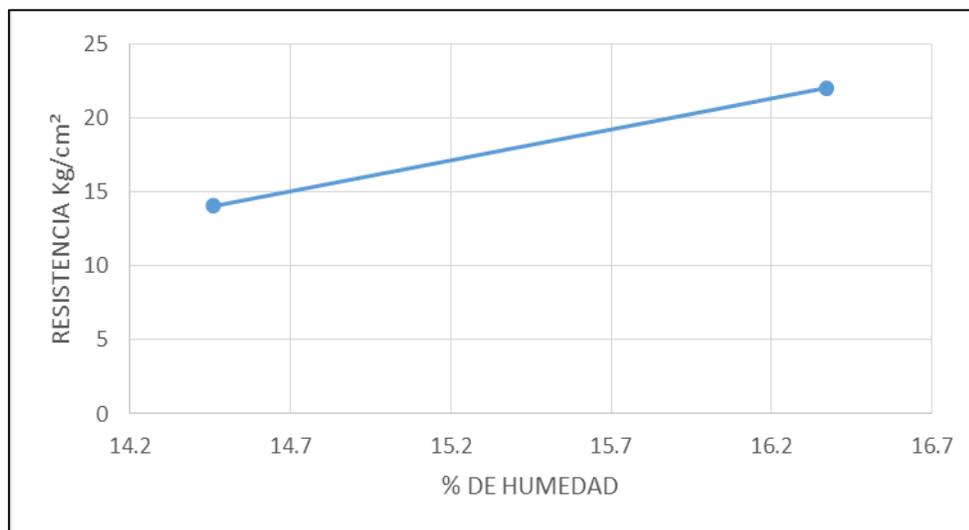
$$V = A * L * H$$

El cálculo de la resistencia se lo realiza de la siguiente manera:

$$R = \frac{\text{Carga aplicada en kg}}{\text{Area del bloque cm}^2}$$

Y % de humedad se calculara como se indica a continuación.

$$\% \text{ de humedad} = \left( \left( \frac{\text{Peso seco}}{\text{Volumen}} \right) * \text{humedad opt} \right) / \text{densidad}$$

**Gráfica 8.64 Porcentaje de humedad vs resistencia tamaño grande.**

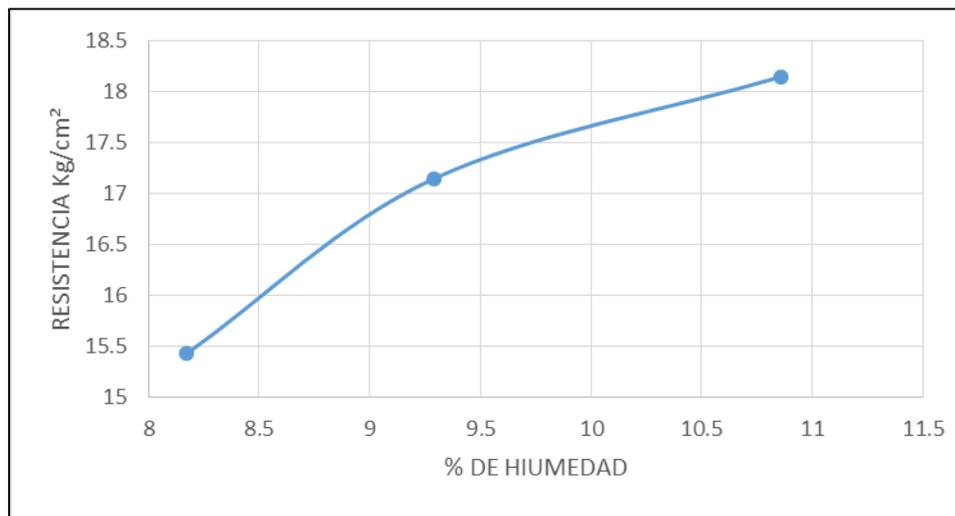
**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

De esta manera en la gráfica se puede evidenciar que el porcentaje de humedad influye en su resistencia; por otro lado al momento de realizar los bloques con el 13.92 % de agua el material se adhiere a las paredes del molde impidiendo el desprendimiento total y deformando sus caras con un ligero pandeo; este proceso realizamos al mismo bloque con un porcentaje de agua de 17.46 %, el mismo que resulta tener un mejor acabado pero al momento de retirar el molde, presenta un aplastamiento de la superficie haciendo que pierda las dimensiones originales.

**Tabla 8.6 Porcentaje de humedad vs resistencia tamaño mediano.**

Tipo	Dimensiones			Volumen (m³)	Peso seco (Kg)	Densidad (Kg/m³)	Humedad opt.(%)	Humedad (%)	RESISTENCIA A (Kg/cm²)
	A	L	H						
Normal	0.18	0.36	0.14	0.009	19.02	1876	13.92	8.17	15.43
Normal	0.18	0.36	0.14	0.009	17.7	1876	16.04	9.29	17.35
Normal	0.18	0.36	0.14	0.009	17.79	1876	17.46	10.86	18.15

**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

**Gráfica 8.65 Porcentaje de humedad vs resistencia tamaño mediano**

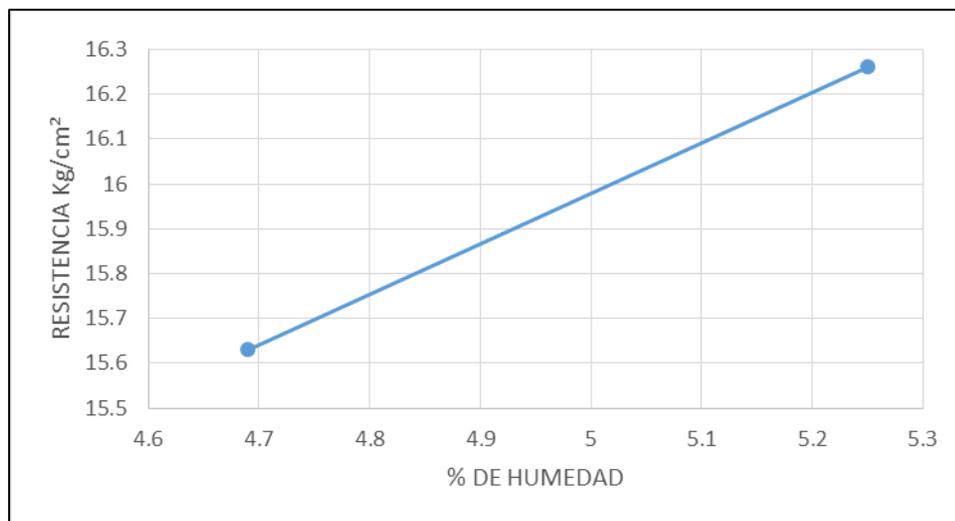
**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Para los bloques de adobe de tamaño mediano se consideró trabajar con tres porcentajes de humedad, 13.92 %, 16.04 %, 17.46%; los mismos que se puede evidenciar que su resistencia es mayor con respecto a la cantidad de agua.

**Tabla 8.7 Porcentaje de humedad vs resistencia tamaño pequeño.**

tipo	Dimensiones			Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso seco (Kg)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Humedad opt.(%)	Humedad (%)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )
	A	L	H						
Pequeño	0.18	0.32	0.14	0.009	16.3	1876	13.92	5.94	16.26
Pequeño	0.18	0.32	0.14	0.009	15.58	1876	17.46	8.59	15.63

**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

**Gráfica 8.66. Porcentaje de humedad vs resistencia (tamaño pequeño)**

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

Finalmente los adobes de tamaño pequeño tienen una variación de su resistencia con respecto de los porcentajes de agua.

Con estos resultados, procedemos graficar la resistencia en Kg/cm<sup>2</sup> VS área en cm<sup>2</sup>, para conocer el tamaño aceptable para la elaboración de adobes.

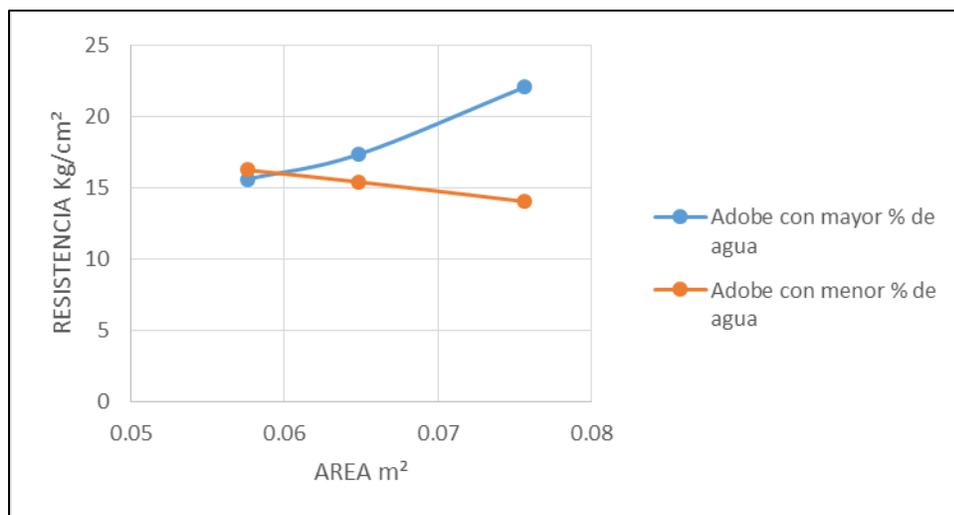
**Tabla 8.8. Área vs resistencia**

MENOR CANTIDAD DE AGUA					
tipo	Dimensiones			Area (m <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )
	A	L	H		
Grande	0.18	0.42		0.0756	14.06
Mediano	0.18	0.36		0.0648	15.43
Pequeño	0.18	0.32		0.0576	16.26
MAYOR CANTIDAD DE AGUA					
tipo	Dimensiones			Area (m <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )
	A	L	H		
Grande	0.18	0.42		0.0756	22.06
Mediano	0.18	0.36		0.0648	17.35
Pequeño	0.18	0.32		0.0576	15.63

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Gráfica 8.67. Resistencia Kg/cm<sup>2</sup> vs Área cm<sup>2</sup>**



**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

Según las gráficas obtenidas, se puede verificar que el tamaño óptimo del molde será de 0.18 m de ancho por 0.36 m de largo y 0.14 m de alto (tamaño mediano); con un porcentaje de humedad de 9.29 %, por lo que será necesario utilizar por cada 0.0090 m<sup>3</sup> de material, 2.69 litros de agua.

El dimensionamiento que se toma es por el transporte y comodidad en cuanto a su uso ya que el molde de mayor área tiene mayor resistencia pero en cuanto su transporte y aplicación dentro de la construcción se dificulta por su tamaño y peso del mismo.

Para complementar el análisis de los resultados obtenidos, se deberá tomar en cuenta la normativa peruana, la misma que plantea que la gradación de la tierra deberá tener los siguientes valores para su conformación: de 10 – 20 % arcilla, el 15 – 25 % de limo, y por ultimo de 55 – 70 % arena; hay que tomar en consideración, que los suelos que contengan mayor o igual al 2 % de material orgánico, será desechado al igual que los que tengan más del 10 % de arcilla.

Para ello se realiza el ensayo de Análisis granulométrico – método del hidrómetro bajo la norma AASHTO T87-70, T88 – 70 y la ASTM D421 – 58, D422-63; y el ensayo de Gravedad específica

de los sólidos del suelo, tomando como referencia la norma AASHTO T100-70 y ASTM D854 – 58 la misma que nos proporcionara los porcentajes que se encuentra conformada la cantera de estudio (arena, arcilla y limo).

**Figura 8.98 Gravedad específica**



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS

PROYEC:	<b>IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS DE MATERIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOBE PARA LA PARROQUIA VILCABAMBA</b>		
OBRA:	MATERIA PRIMA PARA FABRICACION DE ADOBES		
LOCALZ.:	YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VII	MUESTRA :	CANTERA 1
FECHA:	FEBRERO-2017		

MUESTRA: CANTERA 1

PESO ESPECÍFICO SUELO

NORMA DE ENSAYO ASTM D854- 58

DATOS:		
VOLUMEN PICNOMETRO:	500.00	ml
PESO PICNOMETRO+AGUA+SUELO=Wbws	725.50	gr
TEMPERATURA	20.00	°C
PESO PICNOMETRO+AGUA=Wbw	647.74	gr
PESO PLATO EVAPORADOR	258.78	gr
PESO PLATO EVAP.+SUELO SECO	376.25	gr
PESO SUELO SECO=Ws	117.47	gr
Ww=Ws+Wbw-Wbws	39.71	gr
Gs= $\alpha$ Ws/Ww	2.96	

Gravedad Específica de los solidos del suelo (Gs)

**2.96**

**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

Figura 8.99 Análisis granulométrico – método del hidrómetro



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

PROYEC: IDENTIFICACIÓN DE CANTERAS DE MATERIAL PARA LA  
 PRODUCCIÓN DE ADOBE PARA LA PARROQUIA VILCABAMBA  
 LOCALZ.: YAMBURARA ALTO - PARROQUIA VILCABAMBA MUESTRA CANTERA 1  
 FECHA FEBRERO-2017

HIDROMETRO N°. 152H Gs SOLIDOS 2.96 a= 0.94031575  
 AGENTE DISPERSANTE NaPo3 W SUELO 50  
 CORRECCIÓN DE CEF 1.5 CORRC. ME. 1

TIEMPO m	T° °C	EC. HI DRO Rc	LEC CORR Rc cr	% MAS FI NC	HDRO. CR. MENI SCO	L	L/ t	K	D mm
1	20	10	8.5	15.985	11	15	15	0.013	0.0507
2		7.5	6	11.284	8.5	15.1	7.55	0.013	0.0360
4		6.2	4.7	8.839	7.2	15.28	3.82	0.013	0.0256
8		5.2	3.7	6.9583	6.2	15.32	1.92	0.013	0.0181
15		5	3.5	6.5822	6	15.6	1.04	0.013	0.0134
30		4.2	2.7	5.0777	5.2	15.78	0.53	0.013	0.0095
60		4	2.5	4.7016	5	15.82	0.26	0.013	0.0067
120		2.4	0.9	1.6926	3.4	16	0.13	0.013	0.0048
240		2.1	0.6	1.1284	3.1	16.05	0.07	0.013	0.0034
480		2	0.5	0.9403	3	16.05	0.03	0.013	0.0024
960		2	0.5	0.9403	3	16.05	0.02	0.013	0.0017
1440		2	0.5	0.9403	3	16.05	0.01	0.013	0.0014

% DE ARCILLA= 10.0  
 % DE LIMO= 47.0  
 % DE ARENA= 43.0

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

## Capítulo

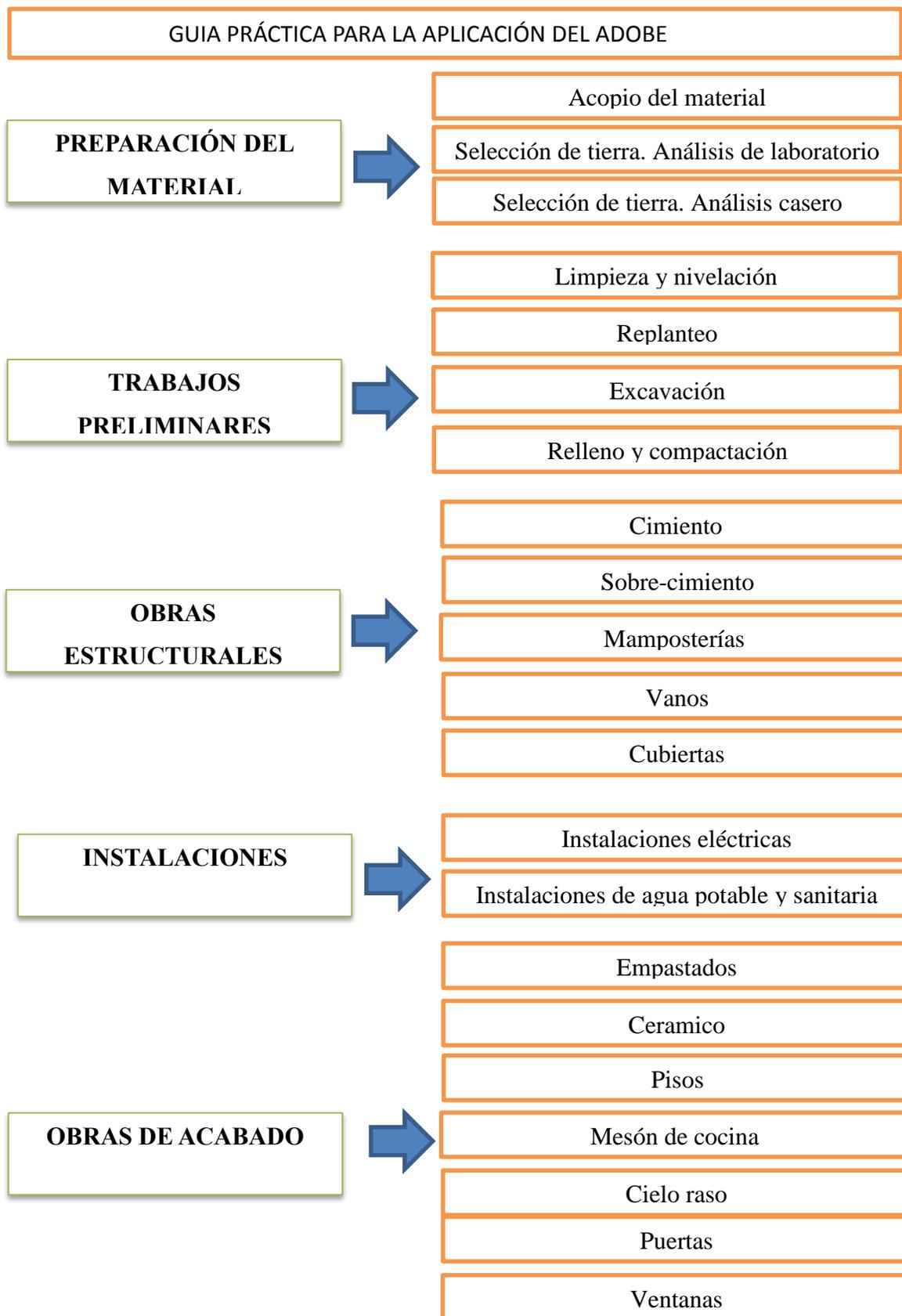
### 9. PROPUESTA

#### 9.1. Introducción

La presente investigación, desarrolla una propuesta de guía práctica, basado en el estudio realizado del tramo que se toma como referencia, de la manzana 070, ya que consta con un mayor número de edificaciones elaboradas a base de tierra (adobe) ubicado en la calle Juan Montalvo entre Valle Sagrado y José David Toledo , el cual se considera y se detalla, los elementos que intervienen en las diferentes construcciones que se encuentran en dicha manzana, de tal manera que, se pueda tomar en cuenta para su aplicación y uso correcto, para el empleo del material seleccionado dentro de la construcción con adobe, el mismo que estará dirigido bajo normas peruanas, españolas y americanas.

Para garantizar una correcta y eficaz elaboración de los adobes, deberá contar con parámetros específicos, de acuerdo a los ensayos realizados en el laboratorio, los mismos que nos indican, si el material a utilizar, cuenta con las características necesarias para proceder a la producción de los mismos.

De esta forma, se puede desarrollar un sistema constructivo, confiable y seguro, evitando en un futuro el desperdicio de recursos, el que se encuentra dividido en cinco partes que conforma una edificación , como se detalla a continuación.



## GUÍA PRÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DEL ADOBE EN SITU

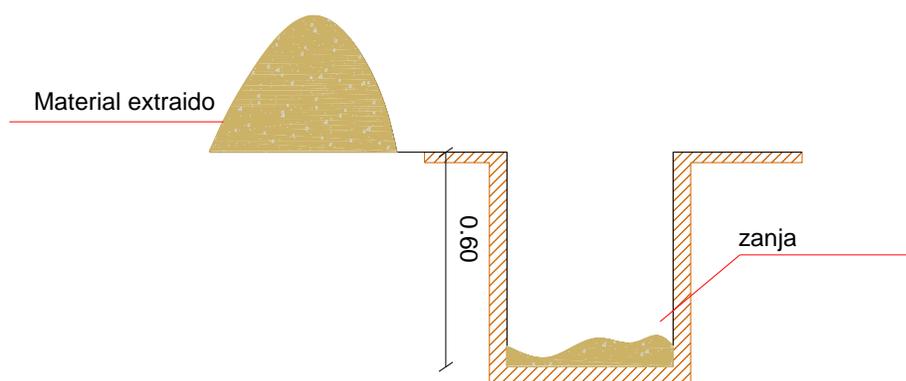
### 9.2.PREPARACIÓN DEL MATERIAL

#### 9.2.1. Acopio de material

Se deberá contar con espacio de terreno, el mismo que será utilizado para la acumulación de material, previamente analizado en laboratorio.

Si el material es extraído del propio terreno y no abastece para la elaboración de adobe, se deberá proveer de algún sitio cercano o tierra de desalojo, que cumpla con las características deseadas.

**Figura 9.100 Extracción de suelo**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Medición y pago:** La medición, será de acuerdo a la cantidad real almacenada. Su pago será por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**Unidad:** metro cúbico (m<sup>3</sup>).

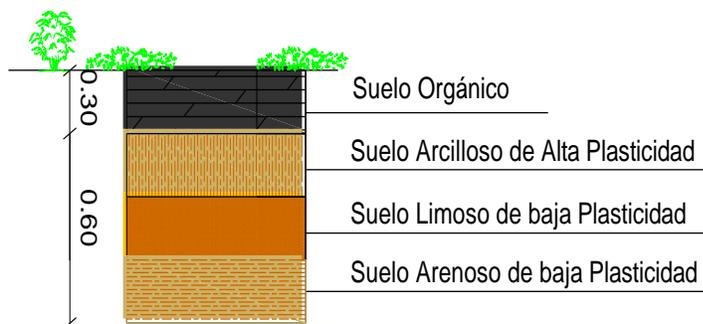
**Materiales y equipos mínimos:** Pala, carretilla, pico, barreta.

#### 9.2.2. Selección de tierra: Análisis de Laboratorio

Para realizar el muestreo del material, se realiza una calicata de 30 x 30 cm, retirando primero la capa vegetal, para luego proceder a excavar 60 cm de profundidad, para luego tomar la muestra y realizar ensayos de laboratorio, tales como: granulometría, límite líquido, límite plástico, etc.

De acuerdo a los ensayos realizados en laboratorio, se puede determinar que los suelos que tengan una denominación de GC, SC, dentro del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, (S.U.C.S.), son de características apropiadas para la elaboración de adobes.

**Figura 9.101 Selección de tierra**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

**Medición y pago:** Número de ensayos.

**Unidad:** U.

**Materiales y equipos mínimos:** Pala, fundas plásticas, equipo de laboratorio.

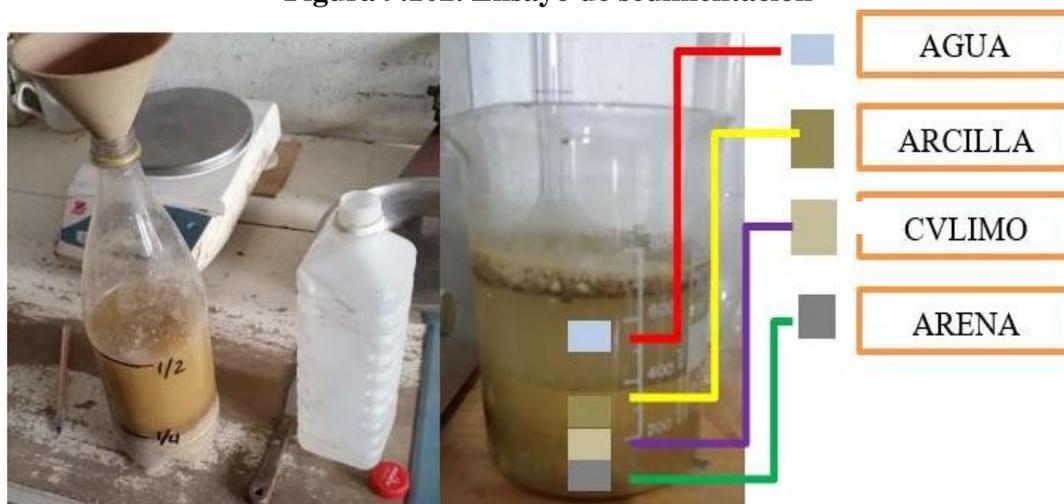
### 9.2.3. Selección de tierra: Método casero.

Luego de la extracción de tierra, se realizan los siguientes ensayos.

**Ensayo de sedimentación:**

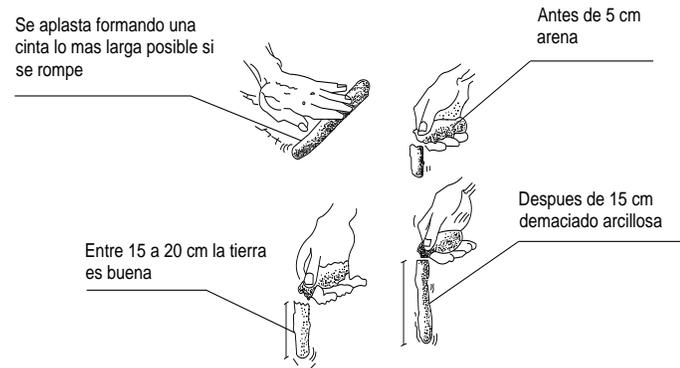
Se realiza este ensayo a través de una botella de capacidad de un litro, en la cual introduciremos  $\frac{1}{4}$  de material (tierra) y  $\frac{1}{2}$  de agua, el mismo que se agitará y se dejará en reposo por un lapso de 8 horas, con la finalidad de observar el material sedimentado; si el material cuenta con el 50 % de arena, el 30 % limo, y el 20 % arcilla; el material estará dentro del límite del 30 % al 75 % de arena para ser utilizado.

**Figura 9.102. Ensayo de sedimentación**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Ensayo de resistencia:** Se procede a humedecer el material, hasta lograr una muestra homogénea, de tal manera que, se pueda realizar una cinta con el objeto de observar la medida de alcance antes de llegar a su fractura.

**Figura 9.103. Ensayo de resistencia**

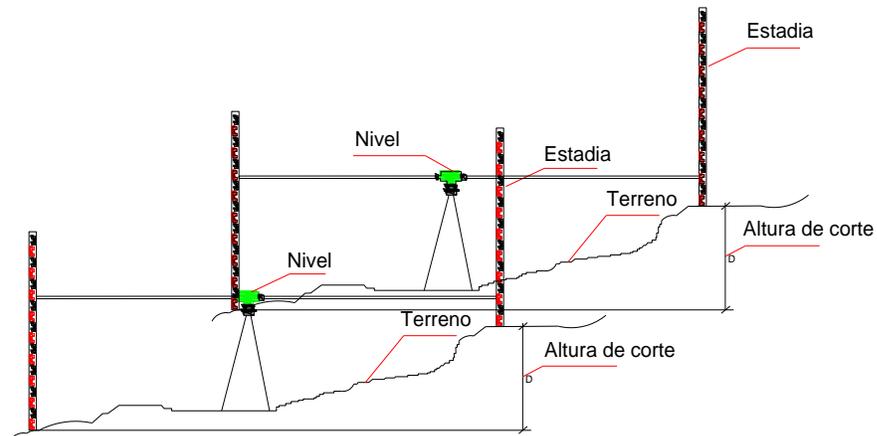
Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Nota:** Se lo realizará en campo, con el propósito de tener una aproximación de las características del suelo, de forma visual

#### 9.2.4. Limpieza y nivelación del terreno

Se realiza la limpieza y nivelación del terreno, para despejar el área de construcción y luego llevar a cabo la obtención de niveles.

**Figura 9.104. Limpieza y nivelación**

Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

**Medición y pago:** Se medirá el área intervenida del terreno, y que esté realmente limpio y su pago se lo efectuará por metro cuadrado m<sup>2</sup>, con aproximación de dos decimales

**Unidad:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales y equipo mínimos:** Nivel, herramienta general.

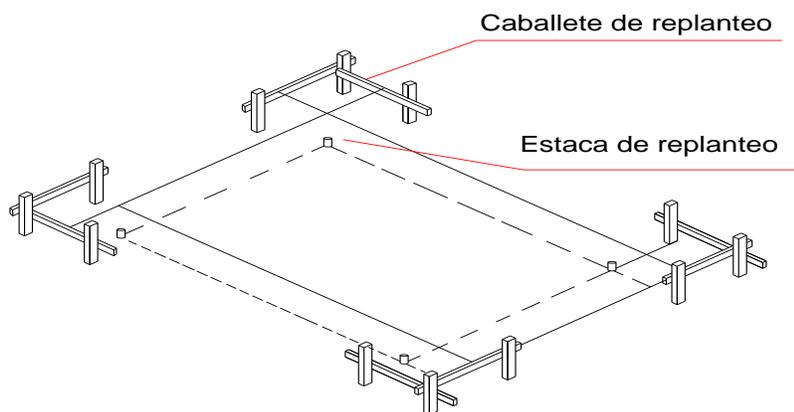
### 9.3. TRABAJOS PRELIMINARES.

#### 9.3.1. Replanteo.

Una vez lista el área de construcción, se procede a realizar el replanteo, el mismo que consiste en marcar las medidas que se encuentran establecidas en los planos.

Las herramientas para realizar este proceso serán:

**Figura 9.105. Replanteo**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Se procede a marcar con cal y con la ayuda de estacas y una piola, esto, nos facilitara el trabajo. Se recomienda realizar el ensayo de S.P.T. (Standard Penetration Test), con una profundidad mínima de 6.00 m, en el lugar donde se implantara la vivienda, con el objetivo de conocer la capacidad portante del suelo, tipo de material a cada metro, y definir el nivel freático si en el sitio

existiera, de esta manera, se logrará verificar el suelo de manera correcta, para la elaboración de una construcción segura.

**Medición y pago:** Para su cuantificación, se tomará primero en cuenta el replanteo del terreno, el área considerada, será entre los ejes de la construcción, y su pago se realizará por metro cuadrado m<sup>2</sup>, con aproximación de dos decimales.

**Unidad:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

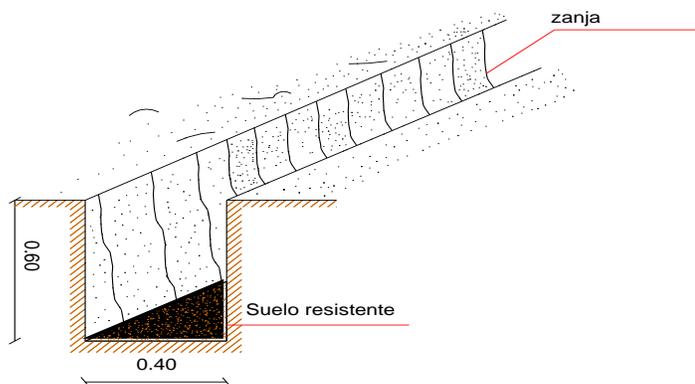
**Materiales y equipo mínimos:** Estacas, caballete, clavos, piola, cal, herramienta menor.

### 9.3.2. Excavación.

Tomando como referencia el trazado de los ejes, se establecerá el ancho de la zanja, la misma que deberá ser el dos veces mayor al ancho del adobe, de tal forma que sea un bloque que se pueda transportar y trabajar sin problema alguno.

El siguiente paso es, retirar la capa vegetal, con el objeto de encontrar suelo firme para fijar la cimentación, la misma que deberá tener una profundidad de 70 cm.

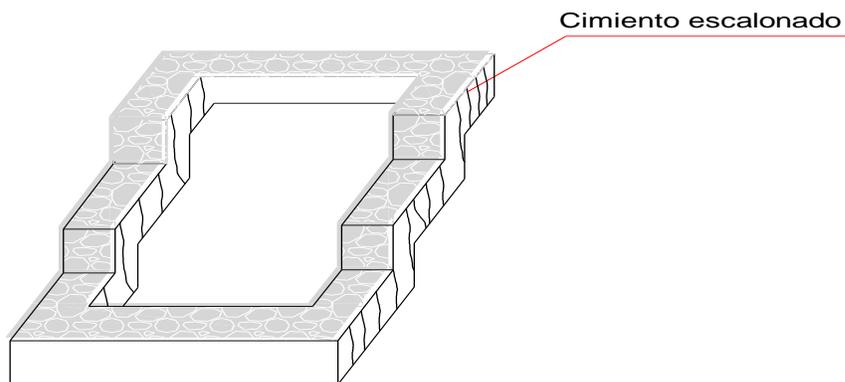
**Figura 9.106. Extracción de suelo**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Si el terreno cuenta con desniveles la excavación, se realizara de forma escalonada.

Las herramientas que se utiliza para realizar dicho propósito son:

**Figura 9.107. Extracción de suelo**

**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Paralelamente a la excavación, se realiza la selección de material, por lo que se recomienda realizar una clasificación de suelo, (Contenido de humedad, Granulometría, Límites de plasticidad), para saber las características que tiene este suelo, con la finalidad de utilizarlo para la elaboración de adobe, el cual será empleado en la construcción.

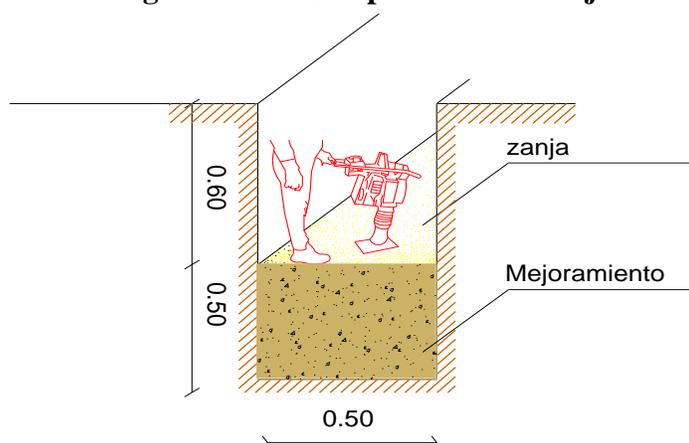
**Medición y pago:** Se cubicará el volumen de la excavación realmente ejecutada, según planos del proyecto. Su pago será por metro cubico m<sup>3</sup> con aproximación de dos decimales

**Unidad:** metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**Materiales y equipo mínimos:** Herramienta general, pala, pico, barreta.

### **9.3.3. Relleno y compactación.**

Se deberá tomar en cuenta el tipo de suelo que se encuentra luego de la excavación requerida de 60 cm en la zanja para los cimientos, la misma que será rellena con material de mejoramiento, en capas de 30 cm, con ayuda de un compactador manual, para que tenga una mayor adherencia. Se recomienda realizar ensayos de clasificación de suelos y proctor, con el objeto de verificar su compactación, mediante densidades con el densímetro nuclear o el cono de arena.

**Figura 9.108. Compactación de mejoramiento**

Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Medición y pago:** Se cubicará el volumen del relleno realmente ejecutado, según planos del proyecto. Su pago será por metro cúbico (m<sup>3</sup>), con aproximación de dos decimales.

**Unidad:** metro cúbico (m<sup>3</sup>). **Materiales y equipos mínimos:** Material de mejoramiento, herramienta menor, compactador mecánico, (Sapo compactador o plancha compactadora) y complementarios.

#### 9.4. Obras estructurales.

##### 9.4.1. Cimiento.

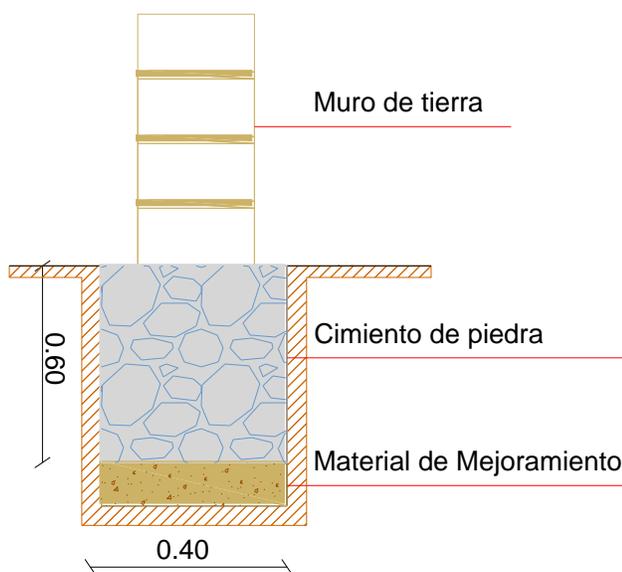
Para realizar una vivienda, se debe considerar, que no se cimentarán sobre suelos granulares sueltos, cohesivos blandos, ni arcillas expansivas, y tratar que no se encuentren cerca de fallas geológicas, lo que puede ocasionar los hundimientos o deslizamientos, luego de haber finalizado la construcción.

Se utiliza piedra de canto rodado, puesto que es un material resistente a la compresión, para la elaboración de cimientos, y serán acomodadas dentro de la zanja, tomando en cuenta sus caras de tal manera que, tenga una superficie firme y uniforme, la cual se colocara una pasta de barro y agua, para una mejor adherencia, y luego proceder a la colocación de mampostería. O la otra

alternativa, sería elaborar cimientos con hormigón ciclópeo, en proporción 40 de piedra – y 60 de hormigón.

Para que la cimentación cumpla con medidas mínimas de 60 cm de profundidad y un ancho de 40 cm, se debe transmitir las cargas hasta un suelo firme, y evitar que la humedad ascienda a los muros de tierra (adobe).

**Figura 9.109. Cimentación**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Se recomienda, realizar ensayos de abrasión, para verificar la resistencia del material.

**Medición y pago:** La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será, por metro cúbico m<sup>3</sup>. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura, es decir, el volumen real del rubro ejecutado.

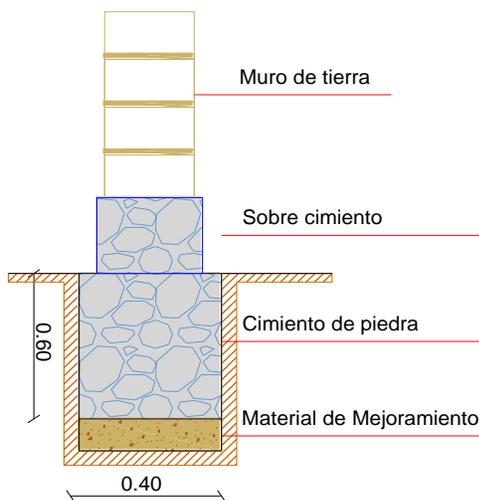
**Unidad:** Metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

**Equipo mínimo:** Herramienta menor.

### 9.4.2. Sobre-cimiento.

Se lo realiza con la finalidad de proteger de la humedad, su altura deberá ser no menor a 30 cm, el material deberá estar muy bien conformado y unido con el mismo mortero que se utilizó en la parte inferior del cimiento, dejando muy bien nivelado, a su vez se puede optar también por la conformación de cadenas de hormigón armado.

**Figura 9.110.** sobre cimiento



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

**Medición y pago:** La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico m<sup>3</sup>. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir, el volumen real del rubro ejecutado.

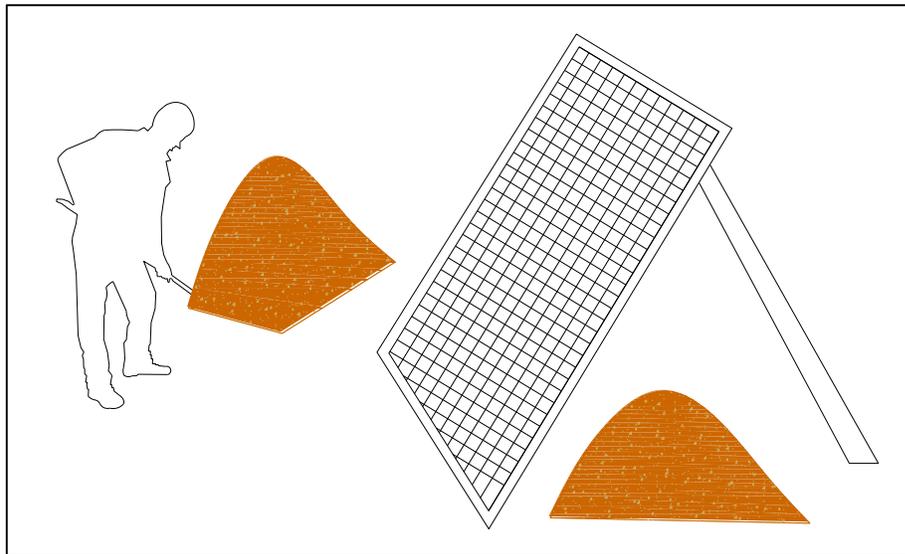
**Unidad:** Metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

**Equipo mínimo:** Herramienta menor

### 9.4.3. Mamposterías

El material deberá ser tamizado por una zaranda o malla, de  $\frac{3}{4}$  o 75 mm, para la producción de adobes.

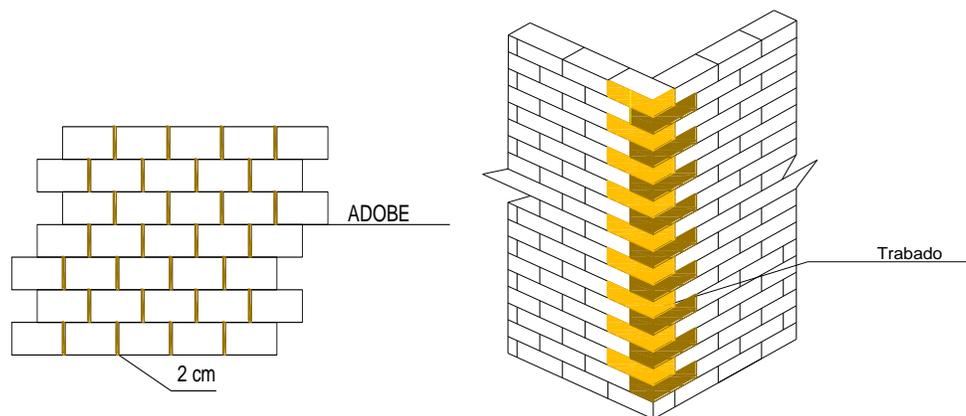
**Figura 9.111. Cernido de material**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Se tomara en consideración, el modelo establecido bajo pruebas de resistencia para una mejor distribución de carga, el cual, se lo obtendrá a base de los ensayos realizados en el laboratorio.

Estos serán apilados en forma horizontal, unidos con una pasta de barro de 2 cm, para la conformación de mamposterías y en sus esquinas se realizara un trabado, por lo que no contiene columnas.

**Figura 9.112. Mamposterías.**

Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Se recomienda realizar ensayos de compresión simple, para verificar su resistencia.

**Medición y pago:** La medición, se la hará de acuerdo a la cantidad efectivamente ejecutada, y su pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), con aproximación de dos decimales.

**Unidad:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales y equipos mínimos:** Adobe de 18x36x14, herramienta general, andamios metálicos, pala.

#### 9.4.4. Vanos.

Es aconsejable que los vanos, no excedan más de 1.80 m de luz en este tipo de construcción, y deberán llevar en la parte superior dinteles, que superen 1/4 de luz del vano a cada lado, estos pueden ser, generalmente de madera, hormigón o metálicos.

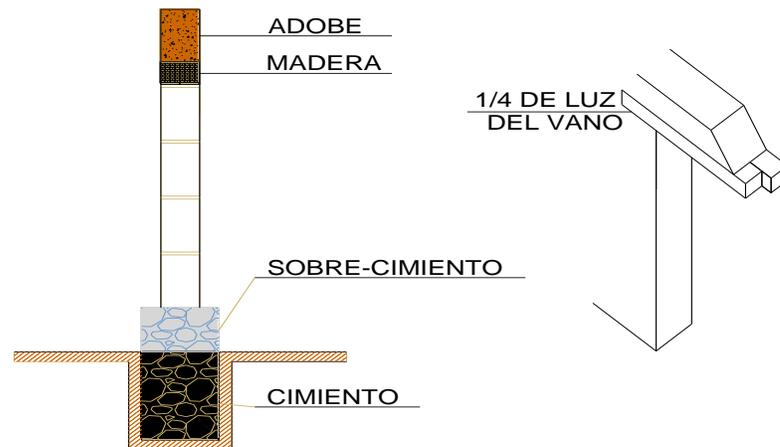
Los dinteles, pueden solucionarse de dos formas: dintel propiamente dicho, y solera - dintel; cuyos detalles se indican a continuación

Dinteles

- **Vano y dintel de puerta.**

Los espacios que se dejan para puertas, debilitaran los muros donde lo recomendable es colocar dinteles.

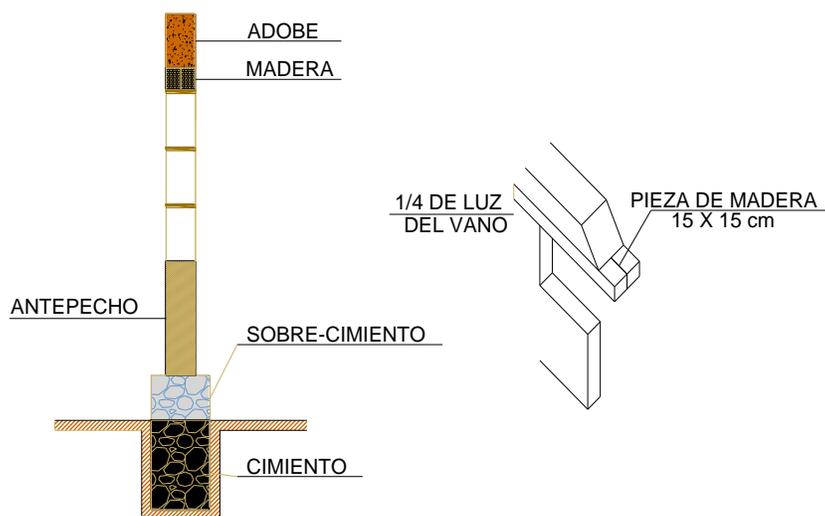
**Figura 9.113.** Vano de puerta.



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

#### - Vano y dintel de ventana

Se deberá reforzar los vanos, mediante dinteles, los mismos que deberán ser de la misma dimensión del ancho del muro, para evitar algún tipo de fracturas sobre el mismo.

**Figura 9.114.** Vano de ventana.

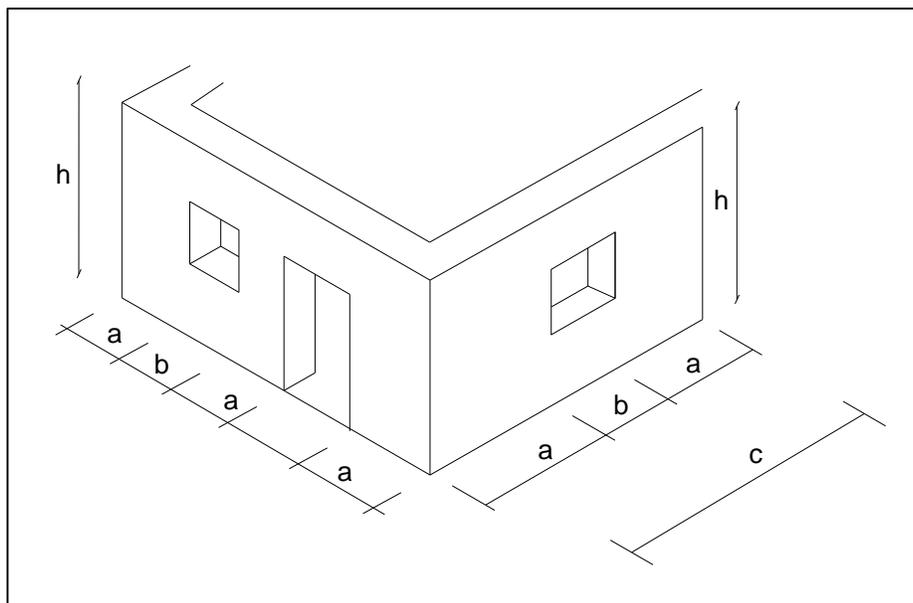
**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Se recomienda tomar como referencia la norma E. 080, en la cual considerar que los muros deben tener una longitud vertical e igual o menor a 6 m, y horizontalmente una distancia igual o menor a 10 veces del espesor del muro.

Los vanos para ventanas deberán tener una longitud menor o igual a 1.20 m, o en su defecto deberán ser a 1/3 de la longitud total de la fachada.

La longitud del muro entre vanos debe ser de 1/3 de la altura del muro, no menor a 1 m.

En cuanto a las puertas se deberán abrir hacia afuera.

**Figura 9.115. Cálculo de vanos.**

**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Para determinar los vanos, se deberá calcular de la siguiente manera:

$$a \geq h/3 \geq 100 \text{ cm}$$

$$b \leq c/3 \leq 120 \text{ cm}$$

$$a \geq h/3 \geq 100 \text{ cm}$$

$$b \leq h/2 \leq 120 \text{ cm}$$

Donde:

a = Espacio de retiro de las esquinas del muro.

b = Ancho del vano.

c = Longitud total del muro.

h = Altura del muro

**Medición y pago:** La medición, se la hará de acuerdo al boquete que resulte en la mampostería y su pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), con aproximación de dos decimales.

**Unidad:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

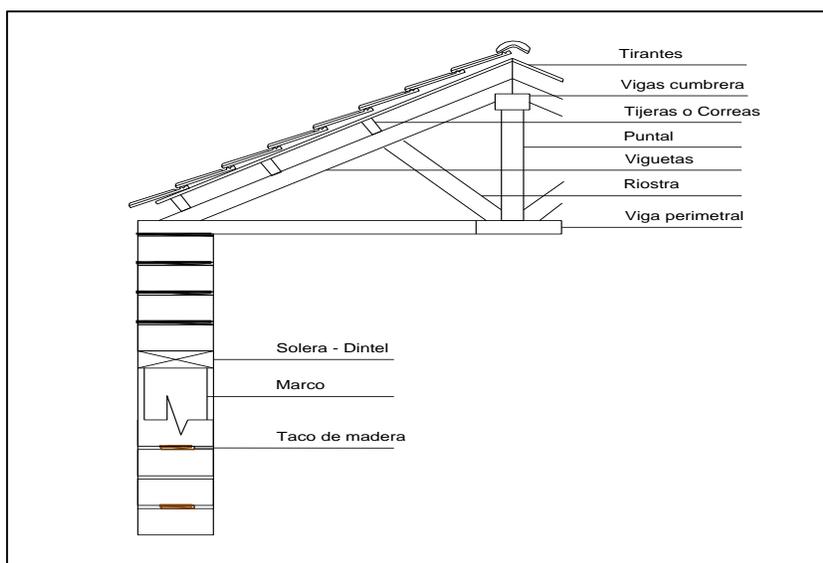
**Materiales y equipos mínimos:** Herramienta general, andamios metálicos.

### 9.4.5. Cubiertas.

Estas deben ser livianas, de tal manera que, puedan distribuir su carga en todo el muro, evitando así, concentraciones de esfuerzos.

La pendiente normal que se debe considerar es del 27 %, y están formadas por vigas cumbres, puntal, riostra, tijeras o correas, viguetas, viga perimetral, listón de refuerzo y tirantes

**Figura 9.116. Detalle de cubierta**

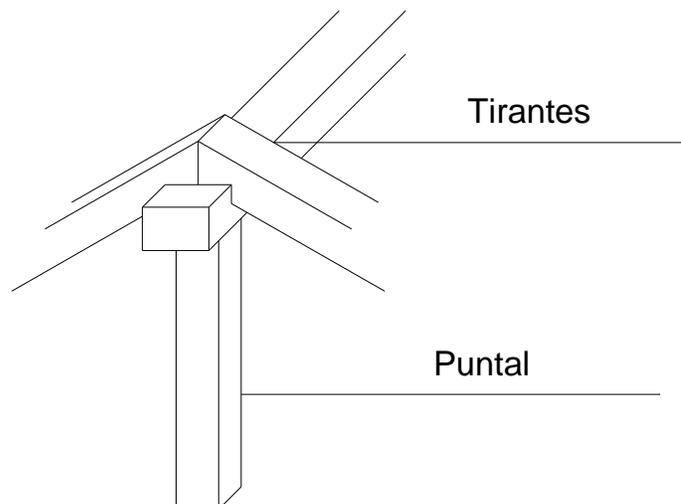


Fuente: El autor

Elaborado por: El autor

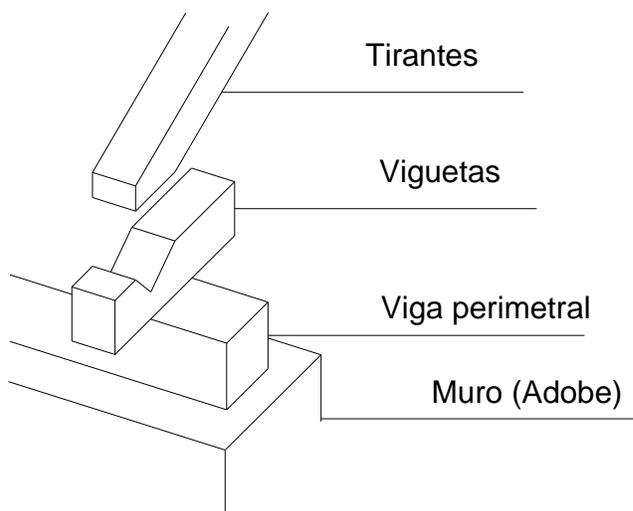
Se deberá tomar en cuenta el corte de la madera para su acople.

- **Unión de tirantes y cumbre.**

**Figura 9.117. Detalle de cubierta**

Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

- **Ensamble de viguetas y viga perimetral**

**Figura 9.118. Ensamble de vigueta**

Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Se recomienda que, si la pendiente es muy pronunciada, es preciso amarrar cada teja para evitar que se deslicen.

La madera a utilizarse, deberá estar en condiciones secas, para impedir que se produzcan pandeos y agrietamientos.

**Medición y pago:** La medición será de acuerdo a la cantidad real ejecutada e instalada en obra. Su pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

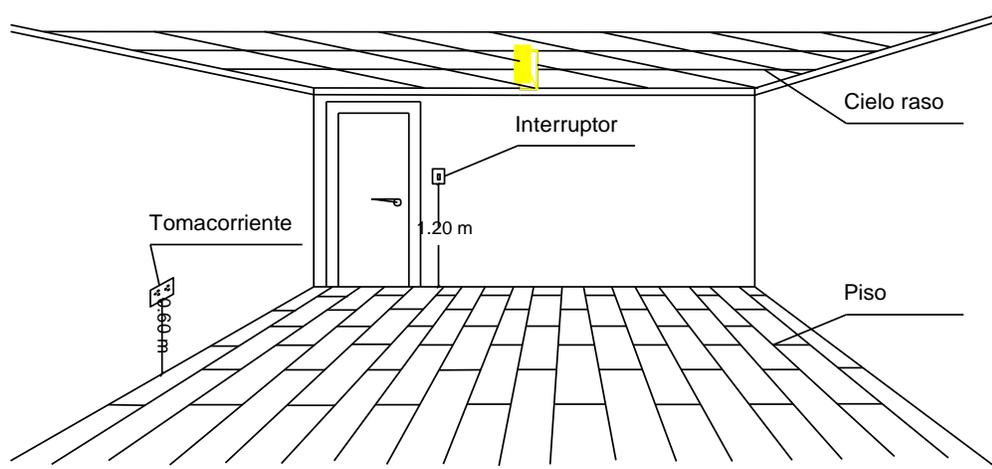
**Materiales y equipos mínimos:** Vigas, tirantes, riostras, correas, herramienta general, andamio metálico, taladro. Incluye teja.

#### 9.4.6. Instalaciones eléctricas.

Una vez realizada la mampostería, se procede a picar, para ubicar los cajetines y tubería eléctrica, la misma que será de conduit por su flexibilidad, la que tiene las características de no oxidarse, ni descomponerse bajo tierra.

El tendido se lo realiza sobre el cielo raso para luminarias, para toma corrientes se colocara a una altura de 60 cm del nivel del piso terminado, al igual que los cajetines para interruptores, se colocan a 25 cm del borde del vano de la puerta con una altura de 120 cm.

**Figura. 9.119. Instalaciones eléctricas**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

El alambre a utilizarse para iluminación y fuerza (tomacorrientes), será rígido #10, para los interruptores se realizaran con alambre #12, y para instalación de ducha, se deberá tender una red exclusiva con alambre rígido #10.

El tablero general de distribución de energía eléctrica, estará ubicado junto del medidor, el cual deberá estar en un lugar de fácil acceso; cada circuito, estará dotado de un dispositivo para evitar cortocircuitos.

Para facilitar el deslizamiento de los alambres dentro del tubo, se recomienda impregnarse con grasa u otro material similar, introduciendo un cable acerado que sirva de guía.

**Medición y pago:** La medición, se realizará de acuerdo a la cantidad real instalada en obra. Su pago será por punto (pto).

**Unidad:** Punto (pto).

**Materiales y equipos mínimos:** Tubería conduit de ½", Interruptor simple 10A-120V, cajetín metálico octogonal, conductor THHN flexible # 12 AWG- 600V, alambre galvanizado #16 AWG y demás accesorios para instalación y tubería, herramienta menor.

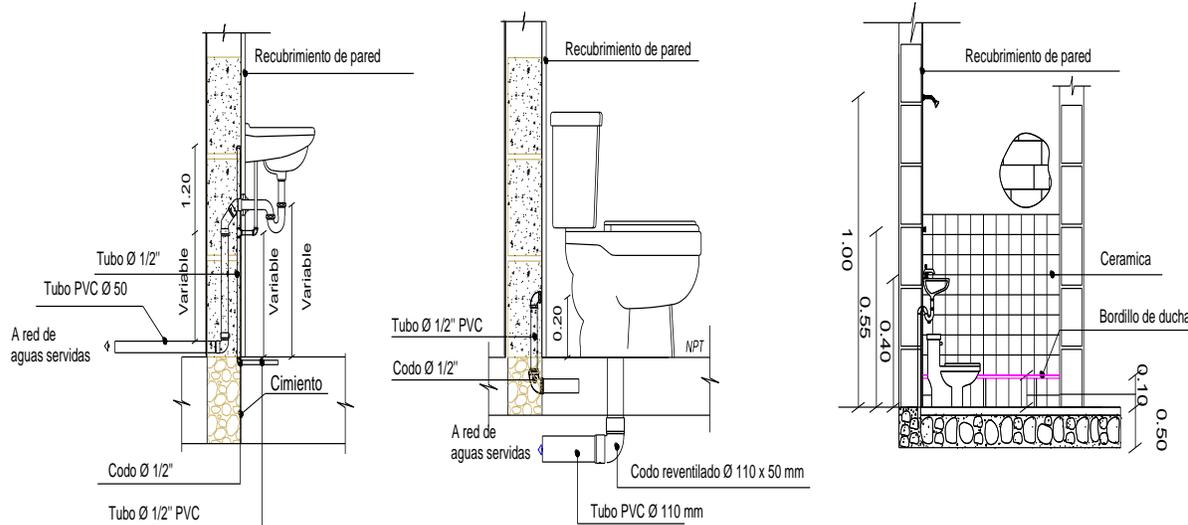
#### **9.4.7. Instalaciones de agua potable y sanitaria.**

Las instalaciones de agua potable, se emplean tubo plástico, esenciales para este objetivo.

El armado y colocación de la red, se realizaran a pie de la obra, con la finalidad de que no haya desfases.

Para efectuar los ensambles y empalmes de las de las diferentes piezas, se empleara neoprene gel, lo cual evitara la fuga de agua, y para evitar la humedad, se deberá realizar las instalaciones externas.

**Figura. 9.120.. Instalaciones de agua potable y sanitaria**

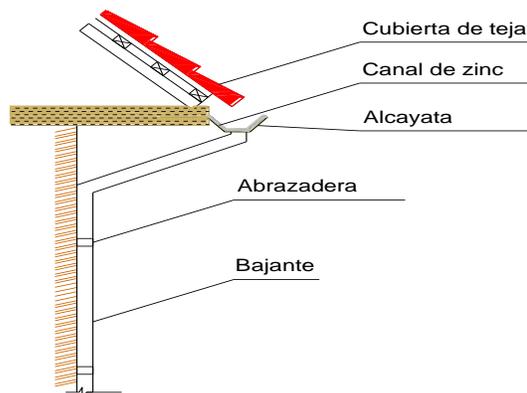


**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

Las instalaciones, se realizaran con tubos y codos de P.V.C., los mismos que serán bien acoplados, de tal forma que ayudara a evitar que disminuyen la sección y de lugar a fugas provocando el rebose del agua.

Las bajantes, deberán tener un diámetro de 3", con la excepción del retrete, que utiliza 4" de diámetro que se utiliza para el desagüe.

Las derivaciones, estarán formadas por tubos de PVC, con un diámetro de 3" y tendrán un mínimo de 2 a 3 % de pendiente.

**Figura 9.121. Bajantes de aguas lluvias**

**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

En el borde inferior de los faldones y a lo largo de los aleros, se colocaran canales de zinc de sección semicircular o rectangular, con una pendiente mínima del 1 %, y sujeto con alcayotas de hierro, asegurados en cada viga del cielo raso.

La sección de los canalones, es aproximadamente de  $1 \text{ cm}^2$  por cada  $\text{m}^2$ , de superficie horizontal de tejado.

**Medición y pago:** La medición, será de acuerdo a la cantidad real instalada en obra. Su pago será por punto (pto).

**Unidad:** punto (pto).

**Materiales y equipos mínimos:** Tubo PVC presión, codo de PVC presión, unión PVC presión, universal PVC presión, polipega o similar, cinta teflón; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales, herramienta general.

## 9.5. Obras de acabado.

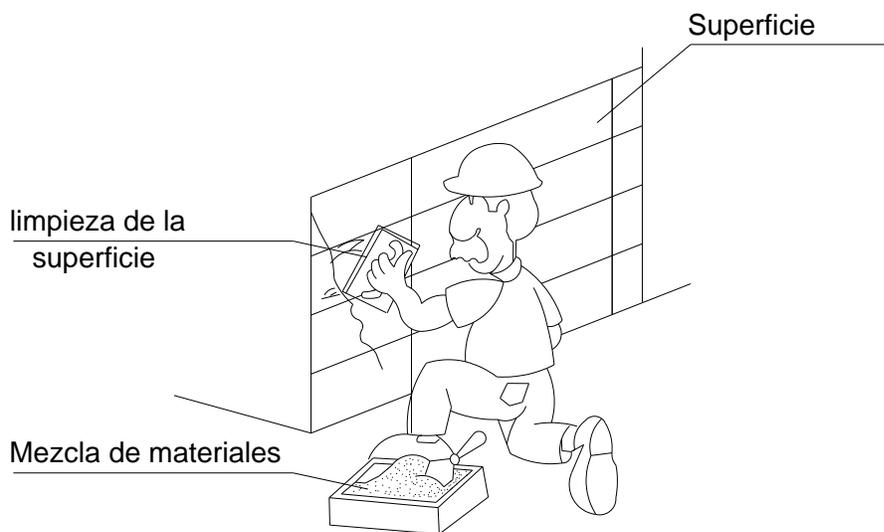
### 9.5.1. Recubrimientos.

### Revestido.

Con la ayuda de una escobilla, se limpia la superficie, para luego ser humedecida, de tal manera que, evite la absorción del agua que contiene el mortero y poder lograr una perfecta adherencia.

Luego de preparar el espacio donde se va a enlucir se mezcla los materiales de cemento, arena cernida y cal hidratada dentro de una artesa o cajón, batiéndolos con agua para dejar reposar, hasta lograr una mezcla moldeable susceptible al ser colocada en los muros de tierra, el mismo que se realizara con suaves movimientos, de abajo hacia arriba, dejando un elemento uniforme, que se lograra con ayuda de la palma de la mano para obtener una área lisa.

**Figura 9.122. Empastados**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Medición y pago:** La medición, será de acuerdo a la cantidad real ejecutada en obra, según planos del proyecto. Su pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), con aproximación de dos decimales.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales y equipos mínimos:** Cemento tipo portland, arena fina, cal hidratada, que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales, herramienta general, andamios metálicos.

### **Cerámicos.**

Las paredes deberán estar previamente recubiertas de mortero (cemento-arena-cal); la cerámica deberá ser remojada, por un tiempo mínimo de 24 horas.

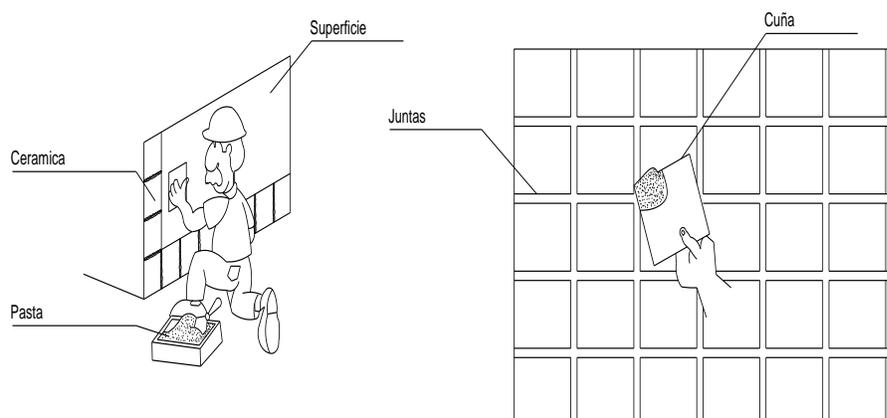
La alineación, se conseguirá con la ayuda de una piola que se encontrara sujeta a dos muestras que servirán de guía.

Para comenzar la colocación de las cerámicas, se realiza, primero, una hilada horizontal a nivel del piso terminado; y, una hilada vertical, colocada en una de las esquinas, formando una escuadra. Ambas hiladas, deberán quedar perfectamente niveladas y aplomadas, ya que serán las que sirvan de guía, para el resto de la superficie.

Para la instalación de cada cerámica, se colocara en el reverso de cada placa, pasta de cemento, extendiéndola con una paleta, para que masa cubra la totalidad de la misma.

Una vez culminado el trajo de colocar las cerámicas en la mampostería, se procede con una espátula o cuña metálica, a rellenar las juntas o limpiar el excedente.

**Figura 9.123. Recubrimiento con cerámica**



**Fuente:** El autor

**Elaborado por:** El autor

**Medición y pago:** La medición se la hará, en unidad de superficie y su pago será por metro cuadrado m<sup>2</sup>, verificando el área realmente ejecutada, que deberá ser comprobada en obra y con los planos del proyecto. Los trabajos incluyen, filos, franjas y demás áreas revestidas con la cerámica.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

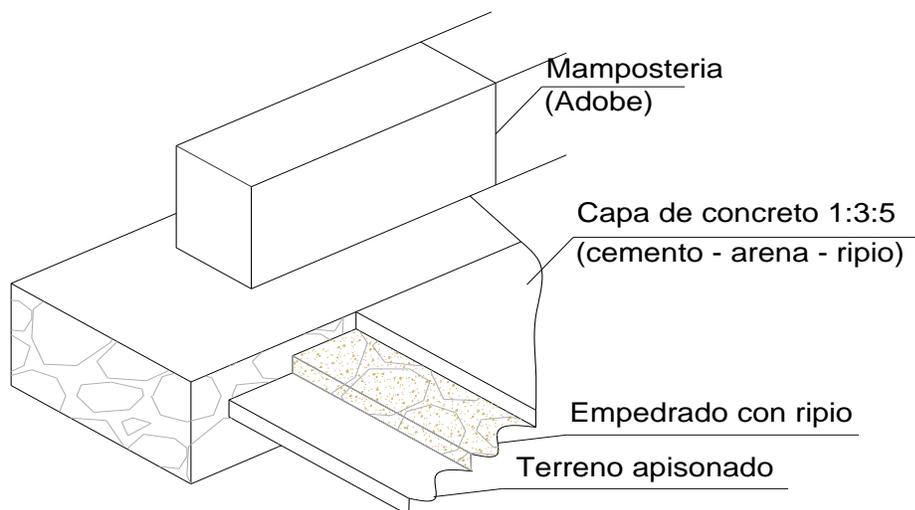
**Materiales y equipos mínimos:** Amoladora, piola, clavos, martillo, herramienta menor.

### 9.5.2. Pisos.

#### - Pisos rígidos

En el terreno, previamente apisonado se procede a colocar el empedrado, generalmente, de canto rodado, para luego colocar una malla electrosoldada, la que dará mayor resistencia al piso; y por último, realizamos la fundición con hormigón simple, de proporciones 1:3:5 (cemento, arena, ripio)

**Figura 9.124. Pisos rígidos**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

En el caso de llevar un recubrimiento en el piso como baldosa, ladrillo o gress, se utiliza un mortero de cemento - arena en proporción 1: 6; se deberá rectificar las escuadras de los muros antes de iniciar la colocación del material de revestimiento, es conveniente empezar desde una esquina, colocando una hilera a lo largo de cada uno de los muros; para luego, proceder a rellenar las juntas, con una lechada a base de cemento – arena cernida y agua, procurando que esta, penetre totalmente, para luego ser limpiada antes de dejar secar.

Se recomienda, que si el recubrimiento de la superficie se lo va hacer con ladrillo o cualquier cerámica, hay que dejar remojar, por lo menos 6 horas de anticipación.

**Medición y pago:** La medición se la hará de acuerdo a la cantidad efectivamente ejecutada y su pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), con aproximación de dos decimales.

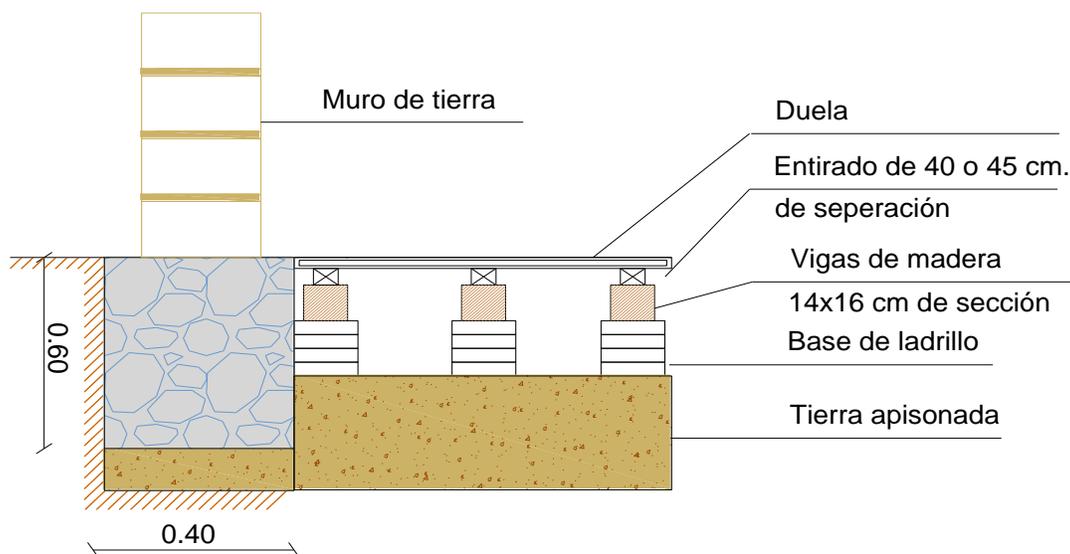
**Unidad:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales y equipos mínimos:** cemento tipo portland, ripio triturado, polvo de piedra, malla electro soldada (R-84 o similar), polietileno de 5mm, Lastre y piedra bola, que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales, herramienta general, concreteira, compactador.

### **Pisos de madera.**

Para evitar la humedad y el frio, los pisos se construyen sobre vigas de madera, generalmente de 14 x16 cm de sección; sobre las vigas se colocaran tiras de 4x5 cm separadas de 40 a 50 cm, con el objeto de nivelar las vigas, en sentido perpendicular o diagonal a ellas, a las cuales irán clavadas las duelas, las mismas que se empiezan colocando por uno de los extremos del cuarto.

**Figura 9.125. Pisos de madera**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Medición y pago:** La medición, se la hará de acuerdo a la cantidad efectivamente ejecutada y su pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), con aproximación de dos decimales.

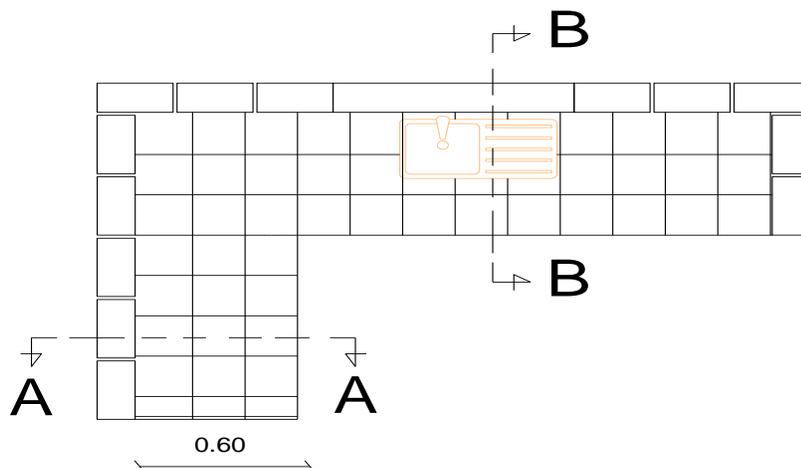
**Unidad:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales y equipos mínimos:** Material de mejoramiento, ladrillos, cemento tipo portland, piedra bola, vigas de madera de 15x15 cm, duela; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales, herramienta general, compactador.

### 9.5.3. Mesón de cocina

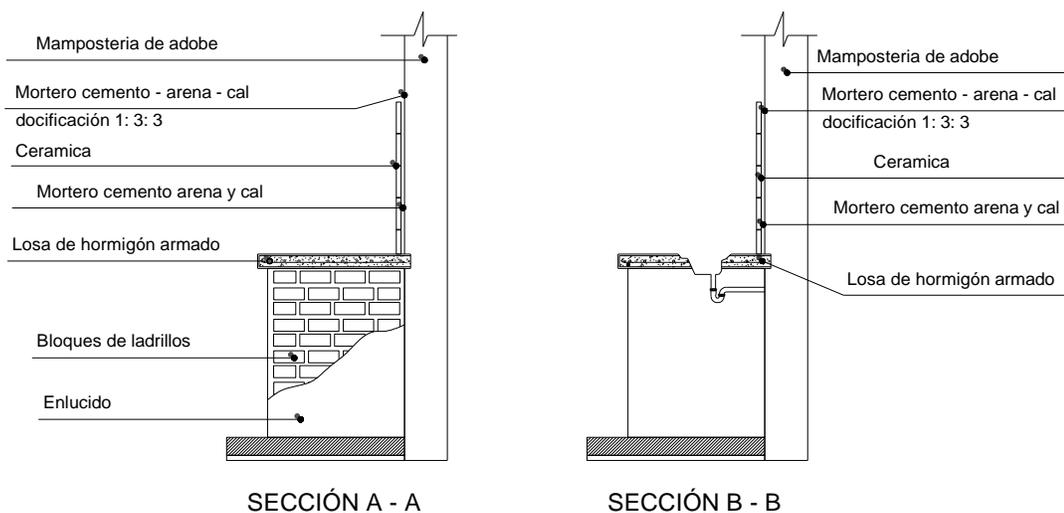
Los mesones, deberán ser de hormigón y ladrillo, por lo que tienen más contacto con el agua.

Figura 9.126. Mesón de cocina



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Figura 9.127. Mesón de cocina



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Medición y pago:** La medición y pago, será por metro lineal (ml), de acuerdo a la cantidad efectivamente ejecutada.

**Unidad:** metro lineal (ml)

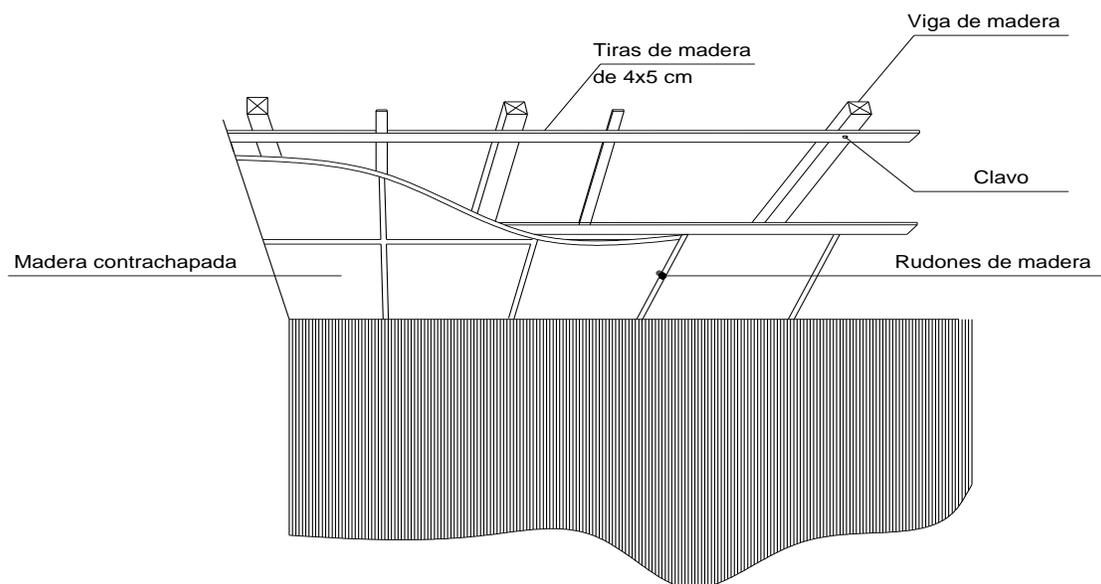
**Materiales y equipos mínimos:** Plomada, piola, puntales, encofrado, cemento, arena, agua.

#### 9.5.4. Cielo raso.

La estructura, depende de la modulación y diseño a emplearse, que será aplicado en los interiores como en los exteriores.

Este tipo de cielo raso, es muy utilizado en nuestro medio, por su bajo costo y su aspecto formal.

**Figura 9.128. Cielo raso**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Medición y pago:** La medición, será de acuerdo a la cantidad real ejecutada e instalada en obra.

Su pago, será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

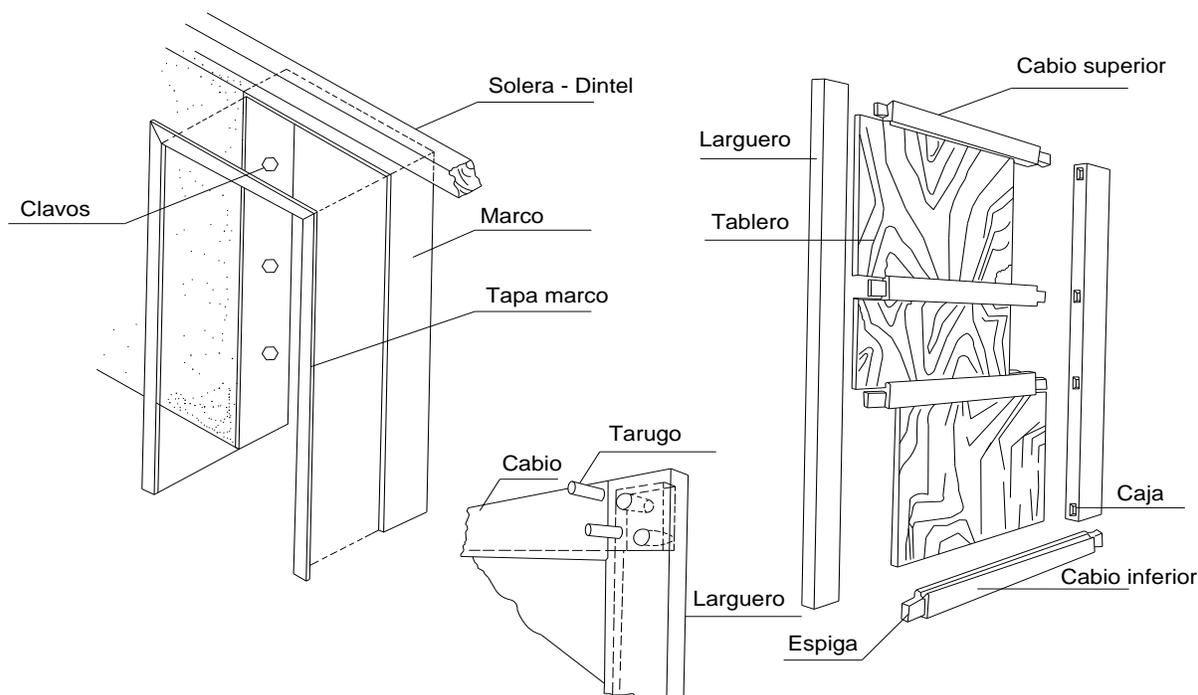
**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales y equipos mínimos:** Madera contrachapada, rudones, vigas, tiras de madera, herramienta general.

### 9.5.5. Puertas

Estas serán de madera, acopladas en los vanos que se encuentran en los muros de tierra.

**Figura 9.129. Detalle de puertas**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Medición y pago:** El pago será realizara por unidad de puertas (u).

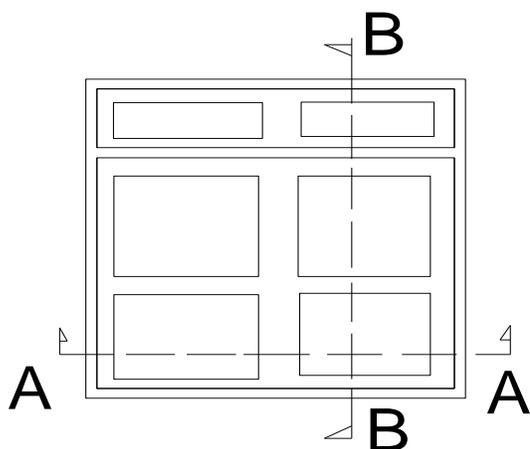
**Unidad:** unidad (u).

**Materiales mínimos:** tableros de madera alistonada tipo “Edimca” o similar, clavos, marcos y tapamarcos de laurel, pega de madera, tarugos de madera, lija de madera, tornillos de madera, tacos fisher, bisagras “Stanley” o similares de 3 ½ “ ; los que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales. Herramienta menor, taladro, herramienta y maquinaria para carpintería.

### 9.5.6. Ventanas

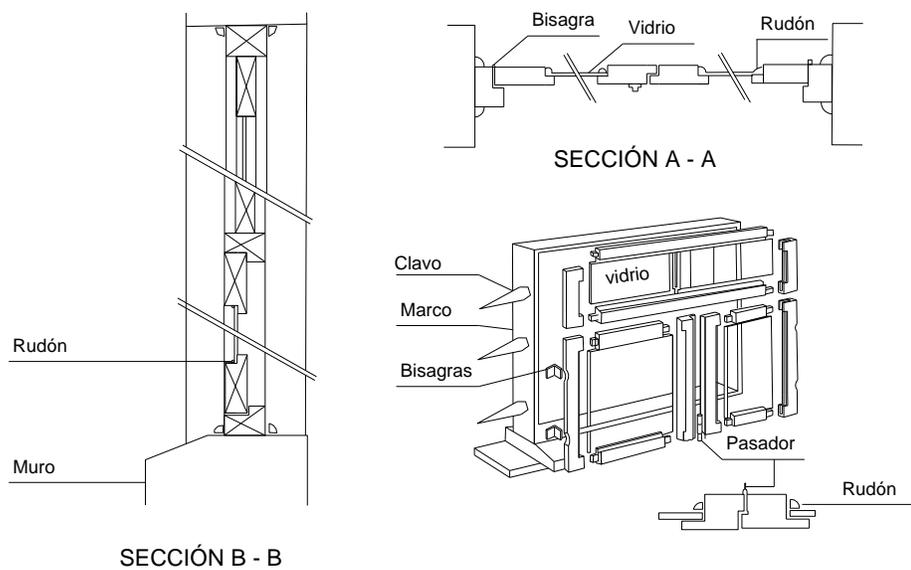
Se recomienda para los vanos en ventanas, que su longitud, no sea mayor a 1.20 m, ni más de 1/3 de la longitud de la fachada.

**Figura 9.130. Detalle de ventanas**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

**Figura 9.131. Cortes de ventana**



Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

Finalmente, se efectuara las obras finales del proceso constructivo de la vivienda, las mismas que consisten en la instalación de tomacorrientes e interruptores, boquillas, lámparas, medidor y el tablero general, con sus conexiones respectivas; así mismo, se deberá ubicar los aparatos sanitarios (inodoro, lavamanos, duchas, grifería).

En lo referente a carpintería, se colocaran los closets y muebles de cocina; y, por último, el pulido y limpieza de pisos.

**Medición y pago:** La medición será por unidad de superficie, y su pago, será por metro cuadrado m<sup>2</sup>, del área de ventana realmente fabricada y colocada, verificada en obra y con planos del proyecto.

**Unidad:** metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Materiales y equipos mínimos:** Ventana de madera, clavos, taladro, y herramienta menor.

## Capítulo

### 10. Conclusiones y recomendaciones

#### 10.1. Conclusiones.

##### Aspectos positivos de la investigación.

- Se comprueba las dimensiones y dosificaciones, a partir de la relación resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) vs humedad optima (%), y de la resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) Vs Área (cm<sup>2</sup>) como se indica en las gráficas 8.64, 8.65, 8.66 y 8.67.
- El catastro de canteras en la parroquia Vilcabamba, demuestran las fuentes de abastecimiento de materia prima para la elaboración de adobes, figura 7.62, identificando mediante sus características geológicas, los tres sectores: M1 y M2 en el barrio Yamburara Alto y M3 en el barrio Cuba.
- Para la elaboración de adobes con mayor resistencia, se ha considerado el porcentaje de humedad óptimo y la composición de la materia prima como es arena, limo y arcilla, con los siguientes porcentajes que se indican en la figura 8.99, para el estudio se realizaron tres adobes con las siguientes dimensiones:

**Tabla 10.8 Dimensiones del adobe**

Tipo	Dimensiones (m)		
	A	L	H
Grande	0.18	0.42	0.14
Normal	0.18	0.36	0.14
Pequeño	0.18	0.32	0.14

Fuente: El autor  
Elaborado por: El autor

- El tamaño del molde para la elaboración de adobes no influye en su resistencia.

- El porcentaje óptimo de humedad considerado para la cantera M1 es de 13.20 % y una densidad seca de 1876 Kg/cm<sup>3</sup>.

#### **Aspectos negativos de la investigación.**

- En la cantera M2 se descarta, por contener un alto grado de arcilla mayor al 10 % y un índice de plasticidad de 11 % según la norma Española UNE 41410.
- A mayor tamaño los adobes, tienden a deformarse (pandeo).
- Se puede observar que, a mayor cantidad de agua, el adobe tiende a expandirse a lo largo.
- El adobe al momento de aplicarse una carga puntual, no se fractura, sino que se dilata a lo ancho, tal como se indica a continuación.

**Figura 10.132. Resistencia a la compresión**



**Fuente:** El autor  
**Elaborado por:** El autor

- El adobe de mayor tamaño, requiere mayor energía y esfuerzo para su elaboración, lo cual dificulta su manejo y transporte.
- El adobe de menor tamaño, es manejable, pero al momento de su elaboración, si se ocupa menor cantidad de agua, se adhiere a las paredes del molde, generando un mayor esfuerzo y por ende mayor tiempo de elaboración.
- El material constituido de tierra (adobe) se deberá proteger del contacto del agua ya que puede ocasionar daños en corto plazo si no se toma medidas de seguridad.

## **10.2. Recomendaciones**

- El autor, recomienda, que para la utilización de materia prima, se deberá contar con un estudio previo, para conocer las características del material.
- El dimensionamiento de las partículas, no debe ser mayor a 75 mm, para tener un material uniforme y pueda ser mejor compactado.
- Realizar talleres de capacitación, para el uso y aplicación del adobe.
- Incentivar la investigación en el tema del adobe, para crear una normativa que se pueda aplicar en nuestro medio, de tal manera que apoye al desarrollo de la Comunidad y del país, y además, sostener los valores ancestrales, que hoy en día, están en eminente riesgo.

# ANEXOS

## Anexo 1. Clasificación de suelos



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LOJA

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

PROYECTO =

POZO =

PROFUNDIDAD=

FECHA=

S. P. T. =

PENETRÓMETRO=

CAPSULA	GOLPES	CAP+S.H.	CAP+S.S.	W CAPS
CONTENIDO DE HUMEDAD				
LÍMITE LÍQUIDO				
LÍMITE PLÁSTICO				

TAMIZ	W SUELO
SERIE GRUESA	
3"	
2"	
1 1/2"	
1"	
3/4"	
1/2"	
3/8"	
Nº 4	
PASA Nº 4	
#cap=	Wcap=
Wcap+S.H=	

TAMIZ	W SUELO
SERIE FINA	
Nº 8	
Nº 10	
Nº 16	
Nº 20	
Nº 30	
Nº 40	
Nº 50	
Nº 60	
Nº 100	
Nº 200	
PASA Nº 200	

PROYECTO =

POZO =

PROFUNDIDAD=

FECHA=

S. P. T. =

PENETRÓMETRO=

CAPSULA	GOLPES	CAP+S.H.	CAP+S.S.	W CAPS
CONTENIDO DE HUMEDAD				
LÍMITE LÍQUIDO				
LÍMITE PLÁSTICO				

TAMIZ	W SUELO
SERIE GRUESA	
3"	
2"	
1 1/2"	
1"	
3/4"	
1/2"	
3/8"	
Nº 4	
PASA Nº 4	
#cap=	Wcap=
Wcap+S.H=	

TAMIZ	W SUELO
SERIE FINA	
Nº 8	
Nº 10	
Nº 16	
Nº 20	
Nº 30	
Nº 40	
Nº 50	
Nº 60	
Nº 100	
Nº 200	
PASA Nº 200	

PROYECTO =

POZO =

PROFUNDIDAD=

FECHA=

S. P. T. =

PENETRÓMETRO=

CAPSULA	GOLPES	CAP+S.H.	CAP+S.S.	W CAPS
CONTENIDO DE HUMEDAD				
LÍMITE LÍQUIDO				
LÍMITE PLÁSTICO				

TAMIZ	W SUELO
SERIE GRUESA	
3"	
2"	
1 1/2"	
1"	
3/4"	
1/2"	
3/8"	
Nº 4	
PASA Nº 4	
#cap=	Wcap=
Wcap+S.H=	

TAMIZ	W SUELO
SERIE FINA	
Nº 8	
Nº 10	
Nº 16	
Nº 20	
Nº 30	
Nº 40	
Nº 50	
Nº 60	
Nº 100	
Nº 200	
PASA Nº 200	

## Anexo 2. Compactación



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LOJA

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

COMPACTACION=

CANTERA=

CALLE=

MOLDE									
W.S+MOLD.									
CAPSULA									
W.S.H									
W.S.S									
W.CAP.									

W del molde=

H. molde=

Diametro=

Fecha=

COMPACTACION=

CANTERA=

CALLE=

MOLDE									
W.S+MOLD.									
CAPSULA									
W.S.H									
W.S.S									
W.CAP.									

W del molde=

H. molde=

Diametro=

Fecha=

COMPACTACION=

CANTERA=

CALLE=

MOLDE									
W.S+MOLD.									
CAPSULA									
W.S.H									
W.S.S									
W.CAP.									

W del molde=

H. molde=

Diametro=

Fecha=

COMPACTACION=

CANTERA=

CALLE=

MOLDE									
W.S+MOLD.									
CAPSULA									
W.S.H									
W.S.S									
W.CAP.									

W del molde=

H. molde=

Diametro=

Fecha=

### Anexo 3. Gravedad específica



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

#### GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS

PROYEC:	
OBRA:	
LOCALZ.:	MUESTRA :
FECHA:	

MUESTRA:

PESO ESPECÍFICO SUELO

NORMA DE ENSAYO ASTM D854- 58

DATOS:		
VOLUMEN PICNOMETRO:	_____	ml
PESO PICNOMETRO+AGUA+SUELO=W <sub>bws</sub>	_____	gr
TEMPERATURA	_____	°C
PESO PICNOMETRO+AGUA=W <sub>bw</sub>	_____	gr
PESO PLATO EVAPORADOR	_____	gr
PESO PLATO EVAP.+SUELO SECO	_____	gr
PESO SUELO SECO=W <sub>s</sub>	_____	gr
W <sub>w</sub> =W <sub>s</sub> +W <sub>bw</sub> -W <sub>bws</sub>	_____	gr
G <sub>s</sub> =αW <sub>s</sub> /W <sub>w</sub>	_____	

Gravedad Específica de los solidos del suelo (G<sub>s</sub>)

0,00

### Anexo 4. Ensayo del hidrómetro

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR



#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - MÉTODO DEL HIDRÓMETRO

PROYEC:	
LOCALZ.:	MUESTRA :
FECHA ENERO-2017	

HIDROMETRO N°.	152H	Gs SOLIDOS	a=
AGENTE DISPERSANTE	NaPo3	W SUELO	
CORRECCIÓN DE CEF	1,5	CORRC. ME.	1

TIEMPO	T°	EC. HI DRO	LEC CORR	%	HDRO. CR.	L	L/ t	K	D
m	°C	Rc	Rc cr	MAS FINO	MENI SCO				mm
1									
2									
4									
8									
15									
30									
60									
120									
240									
480									
960									
1440									

% DE ARCILLA=

% DE LIMO=

% DE ARENA=

## Anexo 5. Ensayo de compresión simple



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LOJA**

### PRUEBAS EN BLOQUES DE TIERRA CRUDA

PROYECTO:	
OBRA:	
UBICACIÓN:	DIMENSION                      cm.                      FECHA =                      cm.

REPORTE DE RESULTADOS

#	OBRA	FECHA ELABORACIÓN	TIEMPO DÍAS	FECHA ROTURA	LARGO cm.	ANCHO cm.	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA Kg.	RESIST. Kg/cm <sup>2</sup>
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<b>PROMEDIO</b>									

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Rodríguez, A. (2004). *Geografía general*. Guadalajara: Person Education.
- ARIAS, L. (19 de 10 de 2012). Vilcabamba abre sus puertas a los extranjeros. *Vilcabamba crece al ritmo de la llegada de los extranjeros*, pág. 1.
- BBC Mundo. (2010). Terremoto en Chile: más fuerte que el de Haití, pero menos mortífero. *BBC Mundo*.
- BOWLES, J. E. (1980). *MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS EN INGENIERIA CIVIL*. BOGOTA, COLOMBIA: McGRAW-HILL LATINO AMERICANA, S. A.
- Callister, W. (1997). *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- DIAZ, E. R. (2000). *FORMA Y CONSTRUCCION EN PIEDRA DE LA CANTERIA MEDIEVAL A LA ESTEROTIMÍA DEL SIGLO XIX*. MADRID ESPAÑA : MATERPRINT.
- Díaz, J. A. (2014). *MECÁNICA DE SUELOS. NATURALEZA Y PROPIEDADES*. Editorial Trillas.
- Erquicia, A. J. (DICIEMBRE de 2014). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION . *ESTRUCTURAS DE MADERA* . QUITO, PICHINCHA , ECUADOR : DIRECCION DE COMUNICACION SOCIAL MIDUVI.
- Gobierno de España, M. d. (01 de Junio de 2016). *humanidades.cchs.csic.es/ih/*. Obtenido de <http://humanidades.cchs.csic.es/ih/paginas/fmh/pozuelo.htm>
- Mancini, H., & González-Viñas, W. (2003). *Ciencia de los materiales*. Ariel.
- MINKE, G. (2001). *MANUAL DE CONSTRUCCION EN TIERRA* . KASSEL : FIN DE SIGLO .
- Pérez, R. (1990). *Léxico de arte*. Madrid, España: Akal.
- Pérez, R. L. (1990). *Léxico de arte*. Madrid, España: Akal.
- REDATAM®, P. b. (1 de 1 de 2010). <http://www.inec.gob.ec/>. Obtenido de INEC - Instituto Nacional de Estadística y Censos: [estadisticas/?option=com\\_content&view=article&id=104&Itemid=76](http://estadisticas/?option=com_content&view=article&id=104&Itemid=76)
- Republica, B. d. (2015). *Banco de la Republica*. Recuperado el 01 de Junio de 2016, de Actividad Cultural: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/arte/concreto>
- Rodríguez, E. (2004). *Costa Rica en el Siglo XX*. Costa Rica : EUNED.
- Rodríguez, E. (2004). *Costa Rica en el siglo XX*. Costa Rica: EUNED.
- Sanderson, K. (15 de 11 de 2006). *Nature*. Recuperado el 31 de Mayo de 2016, de International Weekly Journal of Science: <http://www.nature.com/news/2006/061113/full/news061113-11.html>
- Shackelford, J. F. (2005). *Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros*. Pearson: Alhambra.
- Sitiosolar.com. (01 de Junio de 2016). *Sitiosolar.com*. Obtenido de Portal de energías renovables: <http://www.sitiosolar.com/la-construccion-con-tierra-cruda-el-adobe-y-la-tapia/>

VIGNOTE PEÑA, S. Y. (2005). *TECNOLOGIA DE LA MADERA - 3RA ED.* MADRID : EDICIONES MUNDI-PRENSA.

VILCABAMBA, G. A. (2011). *PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.* LOJA, PARROQUIA VILCABAMBA .