

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
SECCIÓN DE POST GRADO



**“EVALUACIÓN FUNCIONAL Y CONSTRUCTIVA DE
VIVIENDAS CON ADOBE ESTABILIZADO EN CAYALTI.
PROGRAMA COBE -1976”**

TESIS
Para optar el grado de maestro en:
TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Asesor Principal: Mag. Ing.
ISABEL MOROMI NAKATA

Autores:
Arquitecto. LOPEZ GALVEZ, JOSE ARTURO
Ingeniero. BERNILLA CARLOS, PEDRO JACINTO

Lima, Perú
2012

**“EVALUACION FUNCIONAL Y CONSTRUCTIVA DE VIVIENDAS CON ADOBE
ESTABILIZADO EN CAYALTI. PROGRAMA “COBE – 1976”**

**Arquitecto / Ingeniero
LOPEZ GALVEZ, JOSE ARTURO
BERNILLA CARLOS, PEDRO JACINTO**

**Presentado a la sección de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil en cumplimiento
parcial de los requerimientos para el grado de:**

**MAESTRO EN TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

2012

**Autores: LOPEZ GALVEZ, JOSE ARTURO
BERNILLA CARLOS, PEDRO JACINTO**

**Recomendado: Mag. Ing. ISABEL MOROMI NAKATA
Asesora de la Tesis**

**Aceptado por: CE. Ing. Francisco Coronado del Águila
Jefe de la Sección de Posgrado.**

**@2011; Universidad Nacional de Ingeniería, los autores autorizan a la UNI-FIC a
reproducir la tesis en su totalidad o en partes con fines académicos.**

DEDICATORIA

**A Dios y a nuestras familias:
en especial a nuestros padres, Esposa, hijos y hermanos
por ser fuente de inspiración y motivación de nuestra existencia.**

José y Pedro

AGRADECIMIENTOS

A nuestra asesora Mag. Isabel Moroni Nakata, por su valioso e incondicional apoyo.

A nuestros Docentes de la Sección de Posgrado, quienes en todo momento motivaron y propiciaron la búsqueda de nuevos conocimientos y experiencias en el campo de la ciencia y tecnología como complemento a nuestra formación profesional.

INDICE

Índice	04
Resumen	15
Summary	16
Introducción	18
Problema	21
Objetivos	22
Hipótesis	22
Capítulo I: Antecedentes y Generalidades	01
1.1. Antecedentes de construcciones con tierra en el mundo.	01
1.2. Antecedentes de las Construcciones de Tierra en el Perú	02
1.2.1. Época Pre-Incaica e Incaica	02
1.2.2. Época Colonial y Republicana	07
Capítulo II: Construcciones con tierra	10
2.1. Marco Histórico	10
2.1.1. Referencias Históricas de Construcciones con “Tierra “En el Perú y el Mundo”	10
2.1.2. Referencias históricas de las construcciones de tierra en la antigua Región Norte del Perú.	14
2.1.2.1. Cultura Mochica	21
2.1.2.2. Cultura Chimú	26
2.1.2.3. Cultura Lambayeque: Sicán –Sipán	32
2.1.2.3.1. Huaca Chotuna	35
2.1.2.3.2. Santuario Histórico Bosque de Poma o Batan Grande	36
2.1.2.3.3. Apurlec	37
2.1.2.3.4. Sipán	38
2.1.2.3.5. Pirámides de Túcume	42
2.1.2.4. Construcciones con Tierra en la Etapa Colonial, Republicana y Contemporánea.	44
2.1.2.5. Construcción de tierra en la actualidad.	59

2.1.3. Estado actual de las construcciones de Tierra en el Norte del Perú.	59
2.2. Construcciones tradicionales de tierra	63
2.2.1. Características de las Construcciones de adobe.	63
2.2.2. Características de las Construcciones de quincha.	64
2.2.3. Características de las Construcciones de Tapial	66
2.2.4. Costos Comparativos	70
2.2.5. Vigencia Actual	70
Capítulo III: Estudios Experimentales	71
3.1. Investigaciones en las Universidades del Perú	71
3.1.1. Estudios realizados en la Universidad Nacional de Ingeniería	72
3.1.2. Estudios realizados en la Pontificia Universidad Católica del Perú	78
3.1.2.1. Investigaciones iniciales en la PUCP	78
3.1.2.2. Investigaciones recientes	81
3.2 Otros estudios	87
3.3. Normatividad en Construcciones con Adobe	89
3.3.1. Manual de CRYRZA.	89
3.3.2. Primer Proyecto de Normas para Construcción de Adobes	90
3.3.3. Norma Técnica E.080 Adobe	90
3.3.4 Refuerzo de Geomalla en Edificaciones de Adobe.- Anexo 1 Norma Técnica E.080.	92
3.3.5 Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)	93
Capítulo IV: Características de las Construcciones en Adobe	94
4.1. Definiciones	94
4.2. Características del Adobe común.	95
4.3. Fabricación del Adobe común.	96
4.4. Características de las Construcciones de Adobe en la Costa	102
4.5. Características de las Construcciones de Adobe en la Sierra	104
4.6. Diferencias entre las construcciones de adobe en la costa y la sierra.	105
4.7. Construcciones de Adobe Estabilizado con Asfalto	106
4.7.1. Proceso de Elaboración de Adobe Estabilizado	107

4.7.1.1 Determinación de la cantera.	107
4.7.1.2 Preparación de la gavera y el tendal	108
4.7.1.3 Preparación del barro	109
4.7.1.4 Elaboración del adobe estabilizado	110
4.7.1.5 Características del adobe estabilizado	111
4.7.2. Proceso constructivo	112
4.7.2.1. Cimentación	112
4.7.2.2. Sobrecimientos	112
4.7.2.3 Muros	113
4.7.3. Tecnologías Aplicadas	113
4.7.3.1 Uso de refuerzo horizontal y vertical	113
4.7.3.2 Contrafuertes y pilastras	114
4.7.3.3 Viga collar	116
4.7.3.4 Reforzamiento sismorresistente de adobe	116
4.7.3.5 Reforzamiento de construcciones de adobe con geomallas.	118
4.8 Programa de Vivienda con Adobe Estabilizado – COBE- Cayaltí.	119
4.8.1 Memoria Descriptiva	120
4.8.2 Descripción del Proyecto Urbano-Arquitectónico.	121
4.8.3. Diseño arquitectónico de la vivienda.	123
4.8.4 Características de la estructura.	124
4.9. Estado actual de las construcciones	132
Capítulo V: Evaluación del Programa COBE – Cayaltí	133
5.1. Antecedentes	133
5.2. Metodología del Proceso de Evaluación	137
5.3. Desarrollo de las actividades para la Evaluación	139
5.3.1. Reconocimiento y Replanteo del Área en Estudio.	139
5.3.2. Diagnostico Preliminar de la Problemática Urbana	141
5.3.3 Ficha Encuesta. / Programa de Encuestas	145
5.3.4. Inspección de las viviendas / Estado Actual	147
5.3.5. Resultados de la encuesta / Interpretación	152
5.3.6. Identificación de fallas en las viviendas / Descripción	173

5.3.7. Ensayos de Laboratorio/ Interpretación de Resultados.	181
5.4. Resultado de la Evaluación	191
5.4.1. Evaluación Funcional	191
5.4.2. Evaluación Constructiva	193
5.5. Costos comparativos	195
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones	204
6.1. Conclusiones	204
6.2. Recomendaciones	209
BIBLIOGRAFIA	211
Anexos	215
A.- Ficha Encuesta	
B.- Planos:	
U-01: Habitación urbana, lotización	
A-01: Planta vivienda pareada	
A-02: Cortes y elevaciones	
A-03: Disposición de hiladas en muros.	
A-04: Disposición de hiladas par/impar	
A-05: Cerco perimetral, detalles.	
E-01: Cimentación/ Detalles	
E-02: Armaduras en muros/ detalles.	
E-03: Detalle de techos.	
IS-01: Instalaciones sanitarias	
IE-01: Instalaciones eléctricas.	
C.- Análisis de Costos Unitarios:	
C-1: Análisis de costos unitarios de módulo de vivienda con adobe estabilizado	
C-2: Análisis de costos unitarios de módulo de vivienda con adobe común.	
C-3: Análisis de costos unitarios de módulo de vivienda reforzado con geomallas.	
D.- Entrevistas (Videos).	
E.- Archivo Fotográfico.	

INDICE DE FIGURAS.

	Página
Figura N ° 01.- Ladrillo de adobe usado en la construcción de la pirámide da Hawara	01
Figura N ° 02.- Adobes cónicos usados para la construcción de muros	03
Figura N ° 03.- Sistema constructivo en adobe, época precolombina	04
Figura N ° 04.- Muro de adobe con motivos en alto relieve Chan Chan	06
Figura N ° 05.- Relieves Pre-hispánicos en barro “La Centinela” (Tambo de Mora, ICA)	09
Figura N ° 06.- Detalle constructivo en una edificación colonial.	09
Figura N ° 06a.- Edificación Colonial en adobe.	09
Figura N ° 07.- Ollantaytambo. Cusco, Peru (siglo XIV).	11
Figura N ° 08. - Vivienda en Otorohonga, Nueva Zelanda	12
Figura N° 09. - Hotel Kooralbin, Queensland, Australia	12
Figura N° 10. - Muro de adobe sobre basamento de piedra	13
Figura N ° 11a.- Hipótesis del origen de las forma de adobes en la costa norte del Perú.	16
Figura N ° 11b.- Adobes cilíndricos en Huaca Collud, Distrito de Pomalca, Chiclayo.	17
Figura N ° 11c.- Adobes cilíndricos en Huaca Collud, Distrito de Pomalca, Chiclayo.	17
Figura N ° 11d.- Hipótesis de implementos y gaveras para la construcción con tierra.	17
Figura N ° 11e.- Construcción con adobes organizados en bloques tramados.	18
Figura N ° 11f.- Herramientas de metal (rejas y puntas)	20
Figura N ° 12.- Huacos y dibujos Mochica, que reflejan las representaciones de la arquitectura ceremonial y residencial.	22
Figura N ° 13.- Ubicación de la cultura Mochica	23
Figura N ° 14.- Ubicación de la cultura Mochica, muestra las áreas de expansión.	23
Figura N ° 15.- Casa mochica a dos aguas.	24
Figura N ° 16.- Restos de la Huaca de la Luna.	24
Figura N ° 17. - Huaca del Sol.	25
Figura N ° 18.- Ubicación. Sitio arqueológico de Chan Chan.	27
Figura N ° 19.- Muro de la ciudadela de Chan Chan	27
Figura N ° 20.- Croquis de Chan Chan.	29
Figura N ° 21.- Vista panorámica de una de las ciudadelas de Chan Chan.	30
Figura N ° 22.- Imagen en 3D de una ciudadela.	31

Figura N° 23.- Ciudadela de Chan Chan en restauración.	32
Figura N° 24.- Ubicación de la cultura de Lambayeque.	33
Figura N° 25.- Piramede Truncada de Sican.	34
Figura N° 26. - Huaca Chotuna- Lambayeque.	35
Figura N° 27.- Museo de sitio de Huaca Chotuna.	35
Figura N° 28.- Reconstrucción hipotética de edificación en Huaca Chotuna.	36
Figura N° 29.- Ubicación de las Huacas del Santuario histórico Bosque de Pomac.	36
Figura N° 30.- Huaca La Merced	37
Figura N° 31.- Restos arqueológicos complejo Apurlec.	38
Figura N° 32.- El Complejo arqueológico Sipán, visto desde el aire.	39
Figura N° 33a.- Reconstrucción hipotética de Sipán.	39
Figura N° 33b.- Vista actual del Complejo arqueológico Huaca Rajada.	39
Figura N° 33c.-Tumbas del Señor de Sipán.	41
Figura N° 34.- Vistas de las pirámides de adobe de Túcume.	42
Figura N° 35.- Pirámides de Túcume, erosionado por lluvia y el tiempo.	43
Figura N° 36.- Ubicación del complejo arqueológico de Túcume.	44
Figura N° 37.- Detalle constructivo de una bóveda y cúpula de quincha.	45
Figura N° 38.- Interpretación de los criterios constructivos, materiales y manera de uso de los mismos- etapa colonial.	47
Figura N° 39.- Patio del Palacio de Torre Tagle.	48
Figura N° 40.- Catedral de Trujillo, estilo colonial Barroco.	48
Figura N° 41.- Balcones de Lima- Estilo Rococó.	49
Figura N° 42.- Materiales y sistemas constructivos en vivienda costeña-Virreinato.	50
Figura N° 43.- Porcentaje de viviendas según los materiales predominantes en las paredes.	56
Figura N° 44.- Vivienda planta en forma de C, vista interior.	58
Figura N° 45.- Vivienda con planta en forma de C, segundo nivel	58
Figura N° 46.- paneles de quincha, travesaños y cañas.	65
Figura N° 47.- Materiales y forma de construir de dos pisos	66
Figura N° 48.- Viviendas de quincha en Lambayeque	66
Figura N° 49.- Viviendas de quincha en La Libertad.	66
Figura N° 50.- Encofrado, colocación, y compactación de un muro de tapial.	67
Figura N° 51.- Distribución de los ambientes, vivienda en forma de C.	68

Figura N ° 52.- Distribución de una vivienda, construida con tapial, forma de C.	69
Figura N ° 53.- Falla típica en flexión de muro, arriostamiento en dos bordes.	74
Figura N ° 54.- Falla típica de tracción en encuentro de muros sin arriostre superior	74
Figura N ° 55.- Falla típica por corte arriostado en tres bordes	74
Figura N ° 56.- Falla típica en flexión de muro, arriostamiento en tres bordes	74
Figura N ° 57.- Aparejo en vivienda con refuerzo vertical	75
Figura N ° 58.- Aparejo en encuentro de muros.	75
Figura N ° 59.- Detalle de intersección de muros.	76
Figura N ° 60.- Aparejo en encuentro de muros.	76
Figura N ° 61.- Espécimen sin refuerzo.	79
Figura N ° 62.- Espécimen reforzado con caña.	79
Figura N ° 63.- Colocación del Refuerzo de Caña en Perú.	80
Figura N ° 64.- Mesa vibradora: Laboratorio de PUCP.	81
Figura N ° 65.- Viviendas existentes reforzadas en 1998 en Moquegua.	83
Figura N ° 66.- Viviendas existentes, con fuertes daños, sismo del 2001 (Arequipa)	83
Figura N ° 67.- Daños causados por el sismo del 15 de Agosto de 2007, en Pisco, ICA	85
Figura N ° 68.- Eliminación del tarrajeo, para colocación de conectores.	86
Figura N ° 69.- Instalación de conectores y geomallas.	86
Figura N ° 70.- Fijación de malla de polipropileno, en muro con conectores	86
Figura N ° 71.- Detalle revoque muro con barro encima de geomallas.	86
Figura N ° 72.- Mezclado de barro.	100
Figura N ° 73.- Reposo del barro.	100
Figura N ° 74.- Gaveras para la elaboración del adobe.	101
Figura N ° 75.- Tendal y proceso de secado de adobes.	102
Figura N ° 76.- Esquema de las deficiencias en la construcción de viviendas con adobes.	104
Figura N ° 77.- Vivienda de adobe de la costa	106
Figura N ° 78.- Vivienda de adobe en la sierra.	106
Figura N ° 79.- Gaveras para la elaboración de adobe normal y con alvéolos.	108
Figura N ° 80.- Herramientas empleadas en la elaboración de adobes	109
Figura N ° 81.- Tendal protegido con esteras para el secado adecuado del adobe.	111
Figura N ° 82.- Esquema de colocación del refuerzo de Caña en Perú.	114
Figura N ° 83.- Dimensiones para la construcción de contrafuertes y pilastras.	115

Figura N ° 84.- Dimensiones para la construcción de contrafuertes y pilastras.	115
Figura N ° 85.- Colocación de viga solera.	116
Figura N ° 86.- Muro de adobe reforzado con Malla Electro-soldada.	117
Figura N ° 87.- Colocación de malla de polipropileno o geomallas.	118
Figura N ° 88.- Muro de adobe reforzado con sogas.	119
Figura N ° 89.- Muro reforzado con tabla.	119
Figura N ° 90.- Plano Referencial de Ubicación de CAYALTI.	120
Figura N ° 91.- Cimentación, sobrecimientos, disposición de armadura vertical y horizontal.	125
Figura N ° 92.- Bloques alveolares y la ubicación de la armadura vertical.	126
Figura N ° 93.- Detalle de la estructura del dintel de puertas y ventanas.	128
Figura N ° 94.- Coronamiento de muro, viga solera y elementos del techo.	128
Figura N ° 95.- Vigas centrales, y el detalle de ubicación de la cumbrera, de asbesto cemento (Eternit).	129
Figura N ° 96.- Dibujo explosionado de la vivienda con adobe estabilizado-Cayalti.	131

INDICE DE CUADROS.

	Página
Cuadro N ° 01.- Porcentaje de viviendas según material predominantes en las paredes exteriores. (INEI 1993 y 2007).	57
Cuadro N ° 02.- Porcentajes de viviendas de acuerdo al material predominante en las paredes exteriores, censos de los años 1,993 y 2,007.	60
Cuadro N ° 03.- Resultados en porcentajes de viviendas con material predominantes en las paredes, censos Población y vivienda de 1,993 y 2,007.	61
Cuadro N ° 04.- Muestra porcentaje de viviendas en zona urbana y rural, según material predominante en las paredes exteriores, censo de 1993 2007.	61
Cuadro N ° 05.- Viviendas en zona urbana y rural, según material predominante en las Paredes exteriores, por Departamentos, censo 2007.	62
Cuadro N ° 06.-Tipos de mortero especificados en la Norma E-080 adobe.	91

INDICE DE GRAFICOS

	Página
Gráfico N ° 01.- Resultados de la pregunta N ° 1.1.	152
Gráfico N ° 02.- Resultado de la pregunta N ° 1.2.	153
Gráfico N ° 03.- Resultado de la pregunta N ° 1.3.	153
Gráfico N ° 04.- Resultado de la pregunta. N ° 1.4.	154
Gráfico N ° 05.- Respuesta a la pregunta N ° 1.5.1.	155
Gráfico N ° 06.- Respuesta a la pregunta. N ° 1.5.2.	155
Gráfico N ° 07.- Respuesta a la pregunta. N ° 1.5.3.	156
Gráfico N ° 08.- Respuesta a la pregunta. N ° 1.5.4.	156
Gráfico N ° 09.- Respuesta a la pregunta. N ° 1.5.5.	157
Gráfico N ° 10.- Respuesta a la pregunta N ° 2.1.	159
Gráfico N ° 11.- Respuesta a la pregunta. N ° 2.2.	159
Gráfico N ° 12.- Respuesta a la pregunta. N ° 2.3.	160
Gráfico N ° 13.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.1.	161
Gráfico N ° 14.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.2.	161
Gráfico N ° 15.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.3.	162
Gráfico N ° 16.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.4.1	162
Gráfico N ° 17.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.4.2	163
Gráfico N ° 18.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.4.3	163
Gráfico N ° 19.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.4.5	164
Gráfico N ° 20.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.5	166
Gráfico N ° 21.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.5	166
Gráfico N ° 22.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.5	167
Gráfico N ° 23.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.5.	167
Gráfico N ° 24.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.5.	168
Gráfico N ° 25.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.7.	170
Gráfico N ° 26.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.8.	171
Gráfico N ° 27.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.9.	172
Gráfico N ° 28.- Respuesta a la pregunta. N ° 3.10.	172

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla N ° 01.- Distribución porcentual de manzanas y lotes.	152
Tabla N ° 02.- Distribución porcentual del tamaño de la vivienda.	153
Tabla N ° 03.- Distribución porcentual de áreas libres y recreativas.	153
Tabla N ° 04.- Distribución porcentual de la infraestructura en la Urbanización.	154
Tabla N ° 05.- Descripción porcentual del servicio de recojo de basura.	155
Tabla N ° 06.- Descripción porcentual del servicio de parques y jardines.	155
Tabla N ° 07.- Descripción porcentual del servicio de agua y alcantarillado.	156
Tabla N ° 08.- Descripción porcentual del servicio de alumbrado.	156
Tabla N ° 09.- Descripción porcentual del servicio de serenazgo.	157
Tabla N ° 10.- Descripción porcentual de existencia de Junta Directiva.	159
Tabla N ° 11.- Descripción porcentual de la existencia de un local institucional.	159
Tabla N ° 12.- Descripción porcentual de participación de los vecinos.	160
Tabla N ° 13.- Descripción porcentual del tipo de propiedad.	161
Tabla N ° 14.- Descripción porcentual de la adquisición de la vivienda.	161
Tabla N ° 15.- Descripción porcentual uso actual de la vivienda.	162
Tabla N ° 16.- Descripción porcentual de ambientes y las áreas de la vivienda.	162
Tabla N ° 17.- Descripción porcentual sobre los ambientes existentes en la vivienda.	163
Tabla N ° 18.- Descripción porcentual modificación en la vivienda.	163
Tabla N ° 19.- Descripción porcentual de las ampliaciones realizadas.	164
Tabla N ° 20.- Descripción porcentual del área libre de la vivienda.	165
Tabla N ° 21.- Descripción porcentual del comportamiento del muro (adobe).	166
Tabla N ° 22.- Descripción porcentual del comportamiento de la torta de barro.	166
Tabla N ° 23.- Descripción porcentual del comportamiento de la caña o carrizo.	167
Tabla N ° 24.- Descripción porcentual del comportamiento de la madera (vigas)	167
Tabla N ° 25.- Descripción porcentual del comportamiento de la madera (carpintería)	168
Tabla N ° 26.- Descripción porcentual de las principales fallas de los materiales.	169
Tabla N ° 27.- Descripción porcentual del comportamiento del adobe estabilizado con Asfalto.	170
Tabla N ° 28.- Descripción porcentual del confort de la vivienda.	171
Tabla N ° 29.- Descripción porcentual de la aceptación de la vivienda.	172
Tabla N ° 30.- Descripción porcentual de la validación del Programa para otra jurisdicción.	172

INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Página
Vista fotográfica N ° 01.- Parque Principal de la Urbanización Nuevo Cayalti.	121
Vista fotográfica N ° 02.- Viviendas con Adobe Estabilizado en Cayalti.	121
Vista fotográfica N ° 03.- Construcción en retiro municipal.	142
Vista fotográfica N ° 04.- Situación actual del parque principal de la urbanización.	144
Vista fotográfica N ° 05.- Integrantes de la Junta Directiva con maquetas de los parques.	147
Vista fotográfica N ° 06.- Junta Directiva con los autores del estudio.	147
Vista fotográfica N ° 07.- Viviendas con cobertura de planchas de Eternit.	150
Vista fotográfica N ° 08.- Patio interior de la vivienda con techo (Eternit).	150
Vista fotográfica N ° 09.- Ampliación de vivienda en retiro municipal.	151
Vista fotográfica N ° 10.- Estructura interior del techo, de módulo de vivienda.	174
Vista fotográfica N ° 11.- Estructura original del techo de la vivienda COBE Cayalti.	174
Vista fotográfica N ° 12.- Vigas de madera de la vivienda.	178
Vista fotográfica N ° 13.- Viviendas con carpintería metálica.	179
Vista fotográfica N ° 14.- Sobrecimientos afectado por salitre.	180
Vista fotográfica N ° 15.- Muestra de adobe estabilizado para ensayo de compresión.	182
Vista fotográfica N ° 16.- Adobe estabilizado en proceso de compresión simple.	182
Vista fotográfica N ° 17.- Muestra de adobe comun para ensayo de compresión simple.	185
Vista fotográfica N ° 18.- Muestra de adobe comun despues de ensayo de compresión.	185

RESUMEN

La presente investigación aborda el tema de la vivienda social construida con el material de uso más difundido y común en nuestro país, como es el Adobe.

Teniendo en consideración el latente problema de la vivienda económica y las deficiencias funcionales y constructivas que en ésta se presentan, se evaluará un conjunto de 100 viviendas construidas en el año 1976 con Adobe estabilizado denominado Programa COBE (Construcción con Bloques Estabilizados), en la ex-cooperativa Cayalti, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque.

Esta experiencia está basada en el Proyecto de investigación que instituciones nacionales y la Cooperación Internacional (AID) realizaron a principios de la década del 70, como consecuencia del sismo de ese año que se localizó a unos 50 Kilómetros de la costa, entre Chimbote y Casma; la magnitud del sismo llegó aproximadamente a 7.5 grados en la escala de Richter ocasionando la pérdida de 67,000 vidas humanas, y la destrucción de 70,000 viviendas, afectando en mayor grado las localidades de Chimbote, Casma, Huaraz y Yungay, esta última prácticamente arrasada por el aluvión que se produjo a consecuencia del movimiento sísmico. La razón de los daños, constataron que era debido a que, en su mayoría las viviendas eran de adobe, por lo general construidas en forma empírica, sin asistencia técnica y por lo general levantadas en zonas de alto riesgo.

Después de transcurridos 35 años, el objetivo del estudio consiste en la evaluación en términos funcionales y constructivos de este conjunto de viviendas, que a la fecha siguen prestando servicio, y de cuya evaluación se presentan los resultados correspondientes.

El Estudio que se alcanza se apoya en un marco histórico referencial, así como en investigaciones existentes y experiencias que se han dado sobre al tema de la vivienda con tierra, las mismas que han contribuido a mejorar el comportamiento de este tipo de edificaciones, frente a fenómenos sísmicos y de durabilidad frente a la humedad ya sea por precipitaciones frecuentes o inundaciones.

En tal sentido se ha utilizado una metodología que permite establecer un diagnóstico consistente en la verificación “in situ”, levantamiento y actualización de la información física,

la opinión de los pobladores habitantes del lugar, que permitieron verificar el grado de aceptación tanto en la parte funcional-arquitectónica como en el aspecto constructivo.

De lo anteriormente señalado, se establece, que efectivamente las viviendas están en buen estado de conservación, todas ellas habitadas en su gran mayoría por sus propietarios originales, quienes dan fe, del buen comportamiento de los materiales, específicamente de los muros levantados con adobe estabilizado y reforzado con cañas.

La deficiencia más notoria, se presentó en el comportamiento de los techos, los cuales no tuvieron una eficiente respuesta a las lluvias de los años 1,983 y 1,998.

Las intervenciones en cuanto a la arquitectura original se dieron para compensar la estrechez de algunos de los ambientes; el área libre de la vivienda fue ocupada en un gran porcentaje por cobertura ligera perjudicando la iluminación y ventilación natural; en la parte externa como algo recurrente, los usuarios han utilizado el retiro municipal como área de jardines, construyendo cerco bajo, incorporando a su vivienda dicha área.

Finalmente los usuarios de este Programa, manifestaron su aceptación y la buena performance de la vivienda; validaron así el Programa, el sistema constructivo y recomendaron su aplicabilidad en otras localidades.

SUMMARY

The research addresses the issue of social housing built with materials of most spread use and common as is mud bricks, having into consideration the latent problem of economic housing and the functional and constructive deficiencies which are approached here, we will go ahead and assess a group of 100 built houses in the year of 1976 with steady mud brick denominated COBE (Construction with steady blocks) Program at the ex coop Cayaltí, province of Chiclayo.

This experience is based on the Research project that national institutions and the international cooperation (AID) performed at the beginning of the 70's as a result of the earthquake of that year which was located about 50 Kmts from the coast, between Chimbote

and Casma , the magnitude of the earthquake arrived approximately 7.5 degrees on the Richter scale, causing the loss of 50,000 lives, and destruction of 70,000 homes, affecting the localities greater degree of Chimbote, Casma, Huaraz and Yungay, the latter virtually destroyed by the flood that occurred as a result of the earthquake. A reason for the damages it was found that most were of adobe houses, usually built empirically, without technical assistance and generally raised in high-risk areas.

After 35 years went by, the objective of the investigation consists on the assessment in functional and constructive terms of such houses to date continue to serve and which presents the results of this research.

The investigation is based on the referential historical setting as well as on existing researchs and also on experiences which have been given about the issue on earth housing the same that have contributed to improve the behaviour of this type of edifications facing telluric quakes, and durability against humidity either caused by frequent precipitations or flooding.

In this regard a methodology has been used which will allow establish a current diagnosis based on the on site review, lifting and update of the physical information as well as the auscultation and opinion of the local inhabitants who allowed to verify the grade of acceptance in both the architectonic-functional part as well as in the structural-constructive one.

From what has been mentioned above, it was established that the houses are in good condition, mostly occupied by their original owners, who testify the good quality of the materials used, specifically the mud brick walls that have been reinforced and stabilized.

The most deficient structure was found in the ceilings which did not prove to be waterproof efficient during the time rainfall occurred. There were minimal interventions regarding the original architecture and were only used to compensate the narrow rooms.

The outdoors was mainly occupied by light covering in detrimental of natural lighting and ventilation. The outside has reduced the city hall requirements narrowing the pedestrian passages.

Finally, the inhabitant users determined the good performance of the housing, validating the program, the constructive system and recommended its application in other areas or locations.

INTRODUCCIÓN

Las modalidades constructivas cambian con la localización geográfica y con el influjo mayor o menor de las tecnologías urbanas. Pero existe una muy antigua tradición de habitante-constructor: con adobes, caña, madera, ladrillos y materiales improvisados.

Siendo el rol del estado la de promover e impulsar la elaboración y ejecución de planes y Programas de vivienda dirigida al ámbito rural, vemos que éstos son escasos y solamente se implementan luego de algún acontecimiento de orden natural con la finalidad de atenuar el impacto que éste ocasiona, más no con la de fortalecer las investigaciones que de alguna manera se han venido dando a través de los años y en distintos períodos de gobiernos. (*)

Iniciados los primeros ensayos de construcción y promoción de viviendas por el Estado en los años 20, recién en el gobierno democrático de 1945-1948 durante el Presidente Bustamante, se creó la Corporación de la Vivienda, que cambiaría sucesivamente de nombres y atribuciones, pero tendría continuidad hasta su conversión en Ministerio de Vivienda, a fines de los años 60. Desde entonces forma parte de los capítulos reconocidos como titulares de la conducción de las políticas nacionales.

Como política de vivienda, el gobierno concentra sus esfuerzos básicamente en la implementación de programas de vivienda económica en poblaciones concentradas de las grandes y medianas ciudades sobre la base de edificaciones con materiales convencionales. (Material noble). Los promotores, inversionistas, constructores y sobre todo la banca privada, por lo general, no dirigen su interés a edificaciones de tipo masivo experimental porque consideran que no es rentable, debido a que las familias a quienes está dirigida son de bajos recursos y no son sujetos de crédito.

El Perú, se encuentra ubicado en una de las zonas de mayor riesgo sísmico que se conoce como: Cinturón de Fuego del Pacífico, o simplemente Cinturón Circunpacífico; por lo que estamos expuestos a movimiento telúricos de gran magnitud. El 31 de Mayo de 1970, en nuestro País, se produjo un sismo de gran intensidad (7.5 grados en la escala de Richter) cuyo epicentro se localizo a 50 Kilometros de la costa, entre Chimbote y Casma, como consecuencia de ello perecieron en la Región Áncash- según cifras oficiales, 67 mil personas; unas 27 mil quedaron sepultadas bajo el alud causado por el desprendimiento de bloques de nieve y rocas del pico norte del nevado Huascarán ocasionado por las vibraciones del sismo, que arrasó el poblado de Ranrairca y enterró la ciudad de Yungay.

(*) Los números que aparecen en el desarrollo del presente trabajo, se refieren a la bibliografía correspondiente.

El alud, de unos 60 millones de metros cúbicos, siguió aguas abajo por el río Santa, donde, a lo largo de su recorrido, de sur a norte, continuó causando víctimas, enterrando poblados y arrastrando a los vehículos que se desplazaban por la carretera, paralela al río.

Miles perecieron en diferentes lugares de la zona macrosísmica, por los deslizamientos y por el colapso tanto de las viviendas de albañilería reforzada, como de los edificios de concreto armado que tenían serias deficiencias estructurales.

Constataron la destrucción de la infraestructura: carreteras, centros educativos, centros hospitalarios y viviendas que en su mayoría eran de adobe, construidas en forma empírica, sin asistencia técnica y por lo general levantadas en zonas de alto riesgo.

Como era de esperar la respuesta del Estado fue inmediata a la catástrofe, así mismo la Cooperación Internacional se hizo presente con la ayuda correspondiente, por parte del Gobierno Central se forma la Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la zona afectada (CRYRZA). Esta entidad se encargó en primer lugar de realizar una evaluación completa de la zona devastada. Para luego determinar las acciones inmediatas de rehabilitación.

A consecuencia de estos hechos se inician una serie de investigaciones orientadas a mejorar las edificaciones de Adobe, siendo la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y el Ministerio de Vivienda, las que lideran dichos estudios.

El Ministerio de Vivienda celebra convenio con la Agencia Internacional de Desarrollo (AID), para lo cual estudia y planifica la construcción con Bloques Estabilizados con Asfalto (COBE) en un plan piloto, que finalmente luego de manejar algunas probabilidades se ejecutó, en la entonces Cooperativa Agraria de Producción Cayaltí, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. Este proyecto comprendía la construcción de 100 viviendas con este nuevo material (bloque de adobe estabilizado), dentro de los objetivos del mismo estaba la participación activa con la mano de obra no especializada de los mismos usuarios.

Este programa, se concluyó en Agosto de 1977 y se entregó a los usuarios, que en su mayoría eran trabajadores de la cooperativa. Desde ese entonces a la fecha, las viviendas han seguido prestando servicio, al parecer, sin dificultades, habiendo soportado sismos de moderada intensidad y lluvias intensas e inundaciones del fenómeno “El Niño” de los años 1983 y 1998.

El proposito de la presente investigacion consiste en efectuar la evaluación de las viviendas construidas con adobe estabilizado en Cayaltí, Programa COBE 1976, considerando que fue un programa experimental tanto en la parte funcional como constructiva, asimismo es importante el componente social y participativo, toda vez que fomentó la autoconstrucción asistida por técnicos y especialistas en este tipo de edificaciones. (**)

Tambien es parte de los objetivos desarrollar una metodologia que permita evaluar y describir las características en las que se encuentran las viviendas construidas, verificar mediante ensayos de laboratorio el comportamiento del adobe estabilizado, empleado en la construcción de las viviendas, establecer costos comparativos de un mismo modulo de vivienda teniendo en cuenta diferentes sistemas constructivos, ademas de desarrollar propuestas arquitectonicas complementarias en la habilitacion urbana en estudio como un aporte y proyeccion social.

El contenido del presente estudio se desarrolla en seis capítulos; En primer lugar se presenta los antecedentes y generalidades donde se plantea la motivación y el marco referencial del estudio; luego se continua en el capitulo II que contiene el marco histórico, aludiendo la importancia que ha tenido en nuestra cultura las edificaciones con tierra a lo largo del tiempo. A continuación, en el capitulo III se menciona los diferentes estudios experimentales e investigaciones que se han realizado en instituciones afines al tema; en el capitulo IV se precisa las características del adobe y las construcciones con este material; en el capitulo V, se trata de la evaluación del Programa COBE – Cayalti, haciendo replanteo del área correspondiente a las viviendas, describiendo las características y el estado actual de las construcciones.

Se realiza tambien la evaluación propiamente dicha, mediante el desarrollo de una metodología, tomando como punto de partida la opinión de los usuarios quienes a través de encuestas y entrevistas han dejado constancia de su opinión. A todo ello se adiciona los ensayos en laboratorio de especimenes existentes de Adobe básicamente en esfuerzo de compresión simple y absorción (permeabilidad).

Finalmente se presentan los resultados de la evaluación para culminar con las conclusiones y recomendaciones.

(**) La letra minuscula que aparece en el desarrollo del trabajo, corresponde a enlace de página Web.

EL PROBLEMA

Con el avance de las investigaciones, y obtenido algunos resultados, por las entidades de gobierno y las Universidades como la Universidad Nacional de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, se vio la manera de aplicar todo este conocimiento que busca darle a este material (Adobe) el mejor y más eficiente comportamiento ante los fenómenos naturales; ante este hecho se determinó buscar una localidad que reúna las condiciones básicas para su aplicabilidad. Estas condicionantes prioritarias eran: lugares con demanda de vivienda y situación de pobreza acentuada, suelos aptos y canteras adecuadas para la elaboración del material básico (adobe) y la facilidad de poder contar con los materiales complementarios que serían el refuerzo de los muros, como son la caña o carrizo.

Uno de los resultados de las investigaciones, fue usar un estabilizador en la elaboración de los adobes, para darle consistencia e impermeabilidad y contrarrestar la acción de la humedad; así mismo se determinó reforzar los muros, vertical y horizontalmente con caña o carrizo.

De las coordinaciones e investigaciones de las instituciones involucradas, con el apoyo financiero-económico del AID, se determinó desarrollar un Programa Piloto de construcción de viviendas con adobe estabilizado.

La jurisdicción, para la aplicación del Programa, es la Cooperativa Agraria de Producción Cayaltí, por encontrarse en un área que disponía de canteras para la obtención de suelo apto para la fabricación de adobes; así mismo está ubicado en una zona o valle que producía caña brava, material que se necesitaba en el Programa Piloto; también reunía el requisito de encontrarse en zona deprimida con población de bajo recurso económico.

Ubicada la jurisdicción para la aplicación del Programa, éste se inicia en el año 1,976 con la participación de los futuros beneficiarios, es decir, se llevó cabo mediante el sistema de autoconstrucción, tendiente, también a generar o preparar mano de obra calificada en esta actividad constructiva.

Al año siguiente, culminado la construcción de las viviendas, se adjudica a los usuarios, quienes en su gran mayoría, residen en las mismas, habiendo realizado algunas reformas o

cambios, y que han soportado las precipitaciones pluviales de los años 1,983 y 1,998, fundamentalmente los muros; habiéndose presentado dificultades en la cobertura de los techos.

Habiendo transcurrido treinta y cinco (35) años, y estando actualmente las viviendas prestando servicio a satisfacción de sus propietarios, se evaluará desde el punto de vista funcional y constructivo, para dilucidar la interrogante: **¿Es factible validar y recomendar este Programa Piloto, para ser ejecutado en otra jurisdicción?**

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal de esta Tesis es, verificar el comportamiento y performance de la agrupación habitacional, construidas como Plan Piloto, aplicando nueva tecnología; evaluando aspectos funcionales, como unidad de vivienda y agrupación dentro de un contexto urbano; así mismo la performance de los principales componentes de la edificación, incidiendo en el nuevo material (adobe estabilizado) y el refuerzo de caña o carrizo. Para finalmente validar o recomendar su aplicabilidad según los resultados obtenidos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Desarrollar la metodología, que permita auscultar y diagnosticar el estado situacional del conjunto habitacional y el area de influencia asi como la vivienda propiamente dicha.
- b) Verificar el comportamiento del material predominante de la vivienda (adobe estabilizado) mediante ensayos de laboratorio.
- c) Elaborar los costos comparativos de un mismo modulo de vivienda pero teniendo en consideración diferentes sistemas constructivos.
- d) Verificar el esfuerzo de compresión axial del adobe estabilizado y adobe acomún, en laboratorio, y comparar con lo especificado en la Norma E-080 adobe.

HIPOTESIS

La Tecnologia utilizada en las viviendas con Adobe Estabilizado en Cayaltí, es una opción para la edificación de vivienda de adobe más seguras y saludables.

CAPITULO I: ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1.- Antecedentes de Construcciones con tierra en el Mundo.

En la antigüedad, las primeras casas y ciudades se construyeron con tierra, debido a que como material de construcción, está disponible en cualquier lugar y en abundancia; aunque fueron las casas más primitivas las que se edificaron con tierra, estas técnicas no son algo del pasado: hoy en día, un tercio de la población mundial vive en casas de tierra. En los lugares en que es tradicional se mantiene, y en algunos países desarrollados se continúan llevando a cabo experiencias y se investiga sobre sus aplicaciones incluso a nivel de construcción multifamiliar.

Los orígenes del uso de la tierra para construir vivienda se remontan a los primeros asentamientos humanos. En España, se han hallado pruebas en yacimientos de poblados de la edad de bronce y, posteriormente, en poblados de íberos y romanos. Fueron los árabes quienes impulsaron y perfeccionaron la técnica de construcción con tierra.

El hecho de hallar todavía en buen estado, muchas obras de tipo monumental en tierra, refleja cuan duraderas puede llegar a ser. La tierra se empleó para levantar fortificaciones, castillos, murallas, ermitas, mezquitas, graneros, molinos y viviendas populares, en lugares como el Sahara, África Central y Oriental, América Latina o toda Europa, incluyendo también lugares lluviosos como Suecia, Noruega y Dinamarca. En los países con mayor necesidad de viviendas y menos recursos como sucede en casi toda África, Oriente Medio y América Latina, la tierra es el material de construcción que predomina, fundamentalmente en las zonas rurales. En China e India hay más de 50 millones de casas de tierra.

Así mismo se debe resaltar que el adobe era un material muy utilizado en el Antiguo Egipto, para construir todo tipo de edificaciones, desde fortalezas hasta la casa egipcia, y se empezó a utilizar desde las primeras dinastías. (13)



Figura N ° 01:
Ladrillo de adobe usado en la construcción de la Pirámide de Hawara.
Fuente: Wikipedia. La Enciclopedia Libre.

Fortalezas, palacios e incluso partes de los templos se construyeron con ladrillos de adobe, muy similares en tamaño a los ladrillos actuales en la construcción.

La civilización Caldea, ha dejado importantes monumentos fabricados con arcilla; ellos levantaron los muros de Babilonia que tenían 95 metros de altura y para sus elementos exteriores usaron adobe. El adobe también se utilizó en viviendas y en todo tipo de construcciones. La dimensión promedio era de 0.50 x 0.40 x 0.12. El grosor de las paredes de los edificios importantes fue considerable, alcanzando algunas veces entre 3 y 4 metros

La gran muralla China, fue uno de los primeros ejemplos donde la tierra se usó en gran escala. En el valle de Mesopotamia, por no existir piedras naturales, sólo se utilizó como material de construcción el adobe.

La construcción con adobe se usó extensamente en la antigua Persia a pesar de la disponibilidad de piedra en el lugar. El método del apisonado fue usado principalmente para el adobe y otros métodos de construcción con tierra fueron puestos en práctica.

La tierra, también se usó para la construcción de techos y existen pruebas de que estos se hacían en dos formas: a) como torta de barro sobre vigas y b) en cúpulas de tierra protegidas con una capa impermeable.

En Grecia se le utilizó en viviendas populares y en Roma se encontró en diversas formas, entre ellas, la circular y triangular utilizadas para levantar columnas revestidas con yeso. Se empleó el adobe hasta la República, junto con las construcciones de ladrillos que aparecen en el siglo 1 a. C.

En Inglaterra, Escandinavia y en otros países, existen muchos edificios de tierra, aunque el clima está muy lejos de ser seco. En Rusia la edificación con tierra se empleó extensamente. Después de un gran incendio que devastó Moscú a principios del siglo XVIII, se prohibió el uso de la madera, y la tierra se utilizó como el principal material para paredes.

En el siglo XIX se pusieron en práctica estos métodos en toda Rusia, pero especialmente en áreas donde la madera es escasa y el clima es cálido y seco. (13).

1.2. Antecedentes de las construcciones de tierra en el Perú.

1.2.1. Época Pre-Incaica e Incaica.

Las construcciones de tierra, en las formas de adobe y tapia se han empleado en el Perú desde hace mucho tiempo. En Sechin alto en la provincia de Casma, se han encontrado muestra de los primeros adobes cónicos elaborados a mano, que datan entre el 900 y 300 a. C.

En años posteriores en diversas regiones del Perú, como en la Huaca Tres Palos ubicada en Lima, se elaboraron bloques prismáticos primero a mano y luego moldeados, tal como se fabrican actualmente.

La construcción con tierra es característica en todas las edificaciones de la Costa de la época Pre-incaica, como en Chan Chan; también se encuentra en muchas construcciones andinas como en los muros perimetrales del Templo de Rachi (a 45 Km. del Cusco).

Las unidades que emplearon, en aquel entonces, se pueden clasificar en los siguientes tipos:

Esféricos: hechos a mano, de forma tosca e irregular, con un diámetro de 20 cm. Se le encuentra en muros rudimentarios con fuerte talud.

Semiesféricos: hechos a mano, en forma de bola que luego es dejada caer sobre el suelo para que seque en el sitio. Tan antiguo como el anterior se le ha encontrado en ruinas en la localidad de Lambayeque.

Denti forme: hechos a mano, en forma de cilindro de barro, que luego apoyado sobre el suelo se adelgaza en la parte superior tomando forma de diente. Su altura variable tiene un promedio de 35 cm. Se encuentra en las edificaciones de las culturas arcaicas Proto - Nazca y Proto - Chimú.

Cónico: realizado con moldes de caña. (13) (45).

A continuación se observa los tipos de adobe que se emplearon en la época Pre-inca

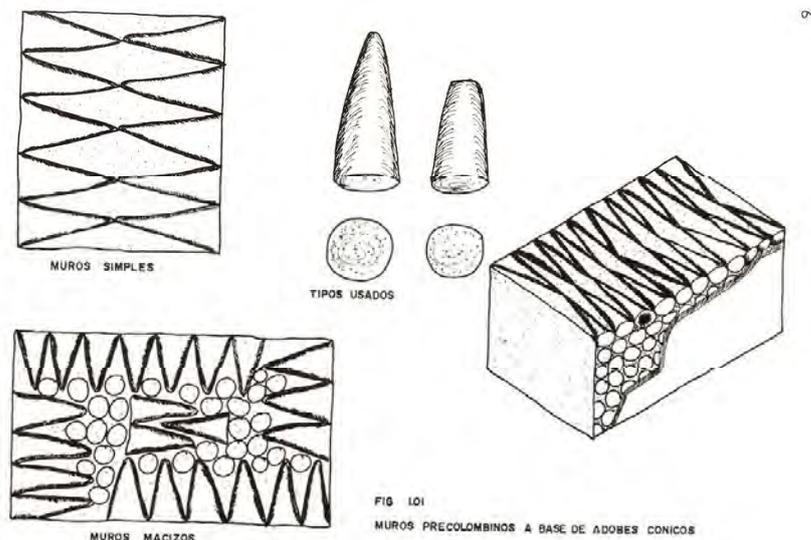


Figura N 02. Adobes cónicos usados para la construcción de muros.

Fuente: Construcciones de adobe, M. González de la Cotera.

Presentan apariencia uniforme y buen acabado. Su altura promedio es de 40 cm. En los muros se colocan en hileras alternadas con caras paralelas. Se le encuentra en ruinas de las regiones de Lima y Chancay.

Estos tipos de adobes, se van perfeccionando, hasta tomar las formas prismáticas o de paralelepípedos, tal como se usan actualmente.

Los adobes de formas prismáticas son posteriores a los que hemos enumerado. Por su tamaño y forma de colocación en los muros se pueden distinguir los siguientes seis tipos:

- I Moldeados a mano, con dimensiones aproximadas de 0.15 x 0.15 x 0.25. En los muros se colocan en hileras sin amarres. Se les encuentra en algunas construcciones de Pachacamac y Huacas de la región de Lima.
- II Hechos con molde y con dimensiones de 0.20 x 0.20 x 0.10 cm. Se colocan en los muros de canto, como los libros de una estantería. Cada tres o cuatro hileras, va otra, también de canto pero en sentido opuesto.
- III Adobes similares a los anteriores pero de dimensiones de 0.30 x 0.30 x 0.15 cm, Se colocan en los muros de canto alternando la colocación de los adobes en cada hilera. Muestras de éste tipo de aparejo se encuentran en las ruinas de Chan-Chan.
- IV Adobes de base rectangular, hechos con molde, de dimensiones de 0.15 x 0.20x 0.30 cm. Se construyen los muros colocándolos en hileras alternando el sentido de los adobes, uno de cabeza y otro de soga. Este tipo de aparejo es común en Chan-Chan y en las Huacas de Moche.
- V Adobes incaicos, de mayor tamaño que los anteriores. Se encuentran en las ruinas de Tambo Colorado y el Templo del Sol en Pachacamac
- VI Adobes del período Inca, de dimensiones de 0.10 x 0.50 x 0.25 cm. Con ellos se levantaban muros de soga o de cabeza.

A continuación se muestra un esquema, indicando, la forma como se aplicaba los adobes en las construcciones de la cultura Chan Chan.

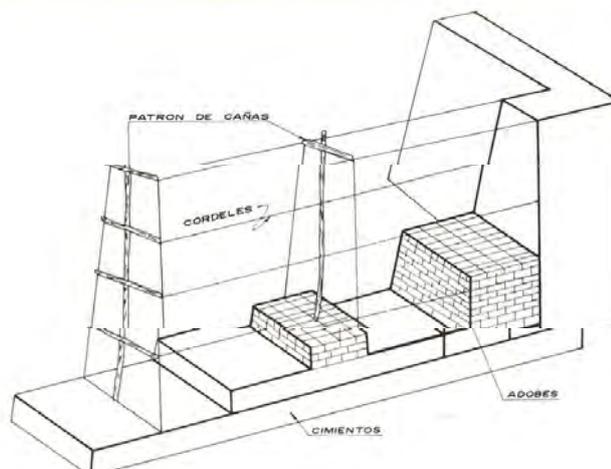


Figura N ° 03. Sistema constructivo en adobe, época precolombina.
(Ciudadela de Chan Chan, Trujillo)

Fuente: Construcciones en Adobe, M. Gonzáles de la Cotera.

También es característica de las construcciones Pre-coloniales, el denominado adobón o tapia, elemento fabricado “in situ”, formado por grandes bloques de barro moldeado de aproximadamente 1.5 m³ de volumen, tenían dimensiones que variaban entre 1 m. y 1.5 m. de longitud y de 0.75 a 1.00 m de espesor, fabricados en el emplazamiento del muro, debieron ser encofrados en un cajón de cañas, apisonándolos luego con los pies o con un pisón llamado taktana. Se les encuentra en la región central y sur de la Costa y también en las estribaciones serranas. (13) (45).

El investigador F. Chalón, ha estudiado la fabricación de este tipo de muros, según él: los adobones se hicieron con tierra remojada, conteniendo piedras menudas, cuando el barro adquiría cierta consistencia, se formaba otra cajonada a continuación de la primera, hasta terminar la primera hilera. Encima se construía luego la segunda hilera, interponiendo entre ambas, una capa de piedras pequeñas o de caña y paja, para impedir la absorción demasiado rápida del agua del adobón fresco, por la tierra seca sobre la que descansa. (7)

De esta manera se procuraba evitar la generación de grietas que comprometieran la seguridad del muro.

Además, los adobones se colocaban siempre de modo que las juntas se correspondan verticalmente, sólo de dos en dos hileras.

En las regiones lluviosas de la sierra, la técnica constructiva del adobe evolucionó con el propósito de proteger los muros de la humedad del suelo y de la erosión por efecto mecánico. El muro de adobe se elevaba así sobre sobrecimientos o zócalo de piedra, que muchas veces llegaba a una altura de dos metros. Los techos debieron proteger el muro, formando salientes o aleros que impidieran la acción destructiva de la lluvia.

En Paramonga, la base de los muros de adobe, la constituye un sobrecimiento de un metro de altura y dos de espesor, constituido por piedras provenientes del cerro, con piedras de río asentadas con un mortero de arcilla.

En las ruinas de Pachacamac, se advierte el empleo de diferentes tipos de adobe; los más grandes colocados en el piso, los más pequeños en muros interiores y los medianos en los muros de fachada.

En las ruinas de Chan Chan se ven paredes formadas de adobe de 0.30 x 0.20 x 0.10 m. con lo particularidad que aquellos son colocados no de plano como en nuestros obras modernas, sino de canto; y mientras en una hilera los cantos son paralelos al paramento, en la hilera siguiente

aparecen con una dirección perpendicular al mismo paramento. Y como todos son colocados con mucha regularidad, el conjunto presenta un aspecto decorativo muy agradable. Ver figura N° 04.



Figura N° 04. Muro de adobe con motivos en alto relieve Chan Chan
Fuente: Wikipedia, la enciclopedia libre.

El investigador F. Chalón, observó en las construcciones de Chan Chan, que los muros de adobe conservaban cañas gruesas, de las llamadas "cañas bravas" plantados en el suelo y mal disimuladas por el revestimiento. Atribuyéndoles la misión de servir de guía al albañil en el trabajo y luego dar mayor estabilidad a la albañilería.

La arquitectura a base de tierra de los primitivos peruanos, monumental por su volumetría, fue enriquecida por la utilización de elementos decorativos en la superficie de los muros y frisos; según el arquitecto Héctor Velarde, las edificaciones a base de tierra de los primitivos peruanos, fue monumental y enriquecida a su vez por la utilización de elementos decorativos en la superficie de los muros y frisos, representando tapicería en relieve en perfecto acuerdo técnico con la materia blanda del barro, llevando toda la riqueza del bordado de los tejidos a las superficies murales, como un medio ornamental que se impone por sí sólo en los paramentos húmedos y pastosos de arcilla. También se pintó con colores vivos los muros de adobe.

Las construcciones con tierra de los antiguos peruanos se expandieron de la costa a la sierra. En el Cuzco la mayoría de las construcciones destinadas a viviendas populares fueron hechas de adobe. Este material se encuentra también presente en muchas ruinas de las estribaciones andinas.

El temor a los sismos los llevó a la construcción de gruesas paredes, uniformando su ancho, de manera de no variar la sección de los muros interiores y los perimetrales.

De esta manera la superficie ocupada por los muros llegó a ser más de la mitad de la superficie total. Las habitaciones o ambientes eran de pequeñas dimensiones, lo que favoreció su resistencia al sismo; también la razón que los llevó a ello fue la dificultad de lograr coberturas de grandes luces.

Para evitar el peligro de vuelco y asegurar la estabilidad, los muros presentaban un talud en cada paramento, llegando a ser en algunas ocasiones en la parte superior, la mitad de la dimensión de la base. Los taludes varían de 1/2 a 1/10. En Chan Chan el muro exterior mide tres metros en la base, y 1.30 en su coronación, siendo su altura total de ocho a nueve metros. En el Templo de Viracocha, a orillas del río Vilcanota el ancho de las paredes es de 1.70 m en la base y de 0.60 m. en la parte superior, siendo su altura total de trece metros. El muro descansa en un sobrecimientos de piedras grandes, de 1.70 m. de altura. (7).

1.2.2.- Época Colonial y Republicana.

El periodo Colonial está exento de obras monumentales, característico de las edificaciones indígenas. Las edificaciones más relevantes son las catedrales. Todas ellas se adaptaron al material indígena. La tierra continuó predominando en la costa y parte de la sierra. La quincha apareció en los telares del segundo piso, en forma de tabiques de madera forrados con caña y en lucidos con morteros de arcilla.

Los españoles que debieron aportar conocimientos técnicos, introdujeron el vocablo adobe, tomado por ellos de los moros. En España las construcciones con tierra fueron anteriores a la dominación romana y durante ésta tuvieron amplio desarrollo. Sin embargo como la mano de obra de las construcciones coloniales fue indígena, y desde el siglo XVII los alarifes y oficiales también lo fueron, rápidamente se impuso la práctica tradicional, variando únicamente la expresión arquitectónica. (13).

Las Murallas de Lima, edificadas en 1687, fueron hechas de adobe. Los muros de cinco metros de altura y otros tantos de ancho, se construyeron con adobes de 56cm x 26 cm x 12 cm.

El aspecto más interesante de la época colonial son las disposiciones contra la acción sísmica. Los aportes arquitectónicos peninsulares, hicieron variar el sistema constructivo debilitándolo. Los muros habían sido elevados y se habían distanciado por el empleo de nuevos sistemas constructivos que permitían salvar mayores luces, tales como las vigas de madera, bóvedas, etc.

El terremoto de 1746, que destruyó por completo la ciudad de Lima, llevó a un estudio detenido de esta situación.

La Real Audiencia, encargó al Catedrático de Prima de Matemáticas de la Universidad, Luis Godin, proyectar un prototipo de casa, exponiendo las especificaciones constructivas, y señalando las medidas que fuera conveniente adoptar, a fin de disminuir en adelante la acción destructiva de los sismos.

El reconocido Docente, recomendó la supresión del segundo piso en las futuras construcciones, la supresión de las torres de las Iglesias; estableció para los muros la altura máxima de cuatro varas españolas, por encima sólo se permitía construir en quincha. Se recomendó asimismo que los techos fueran de tijerales. (13).

En el siglo XX el adobe fue el material característico en la construcción peruana hasta la década del 30.

Las características de fabricación de los adobes pueden analizarse según las siguientes operaciones: selección de la tierra, preparación, moldeado, secado.

La tierra generalmente se selecciona de manera que predomine la arcilla, cuidando que no tenga materia orgánica, piedras ni demasiada cantidad de arena a fin de que no sea disgregable. En general se aceptan tierras con 10 a 20% de arena. En la práctica se procura que la tierra no sea demasiado plástica de manera que pueda ser fácilmente transportada por el obrero.

Los aparejos empleados, por lo general, fueron los siguientes:

- Aparejos de soga, para anchos de 0.25 m.
- Aparejos de cabeza, para anchos de 0.45 m.
- Aparejo mixto, para 0.68 m.
- Aparejo doble, para ancho de 0.88 m.

Los morteros utilizados son de tierra arcillosa, remojada con agua y batida.

Las características constructivas, fueron las siguientes:

Los muros se levantan con una base de sobrecimientos de concreto o piedra. La albañilería se aplomó por un sólo lado, que da un paramento casi uniforme mientras que por el otro queda desigual por las diferentes dimensionales de las unidades. Las hiladas se realizan uniformemente a todo lo largo, a fin de evitar asentamientos diferenciales. Durante un día no se llega a alturas mayores de 1.20 m. para que el mortero de las juntas pueda secar, evitando que las paredes se desplomen por el peso de los adobes superiores. Las juntas horizontales no son mayores de dos centímetros para no debilitar el muro. (13).

Finalmente, se muestran dos figuras de construcciones con tierra, la figura N ° 05, época Pre-hispánica, y figura N ° 06, época colonial.



Figura N ° 05: Relieves Pre-hispánicos en barro “La Centinela”. (Tambo de Mora, ICA)
Fuente: “Construcciones con adobe”, M. Gonzáles de la Cotera.

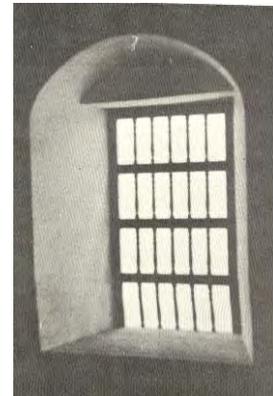


Figura N ° 06. Detalle constructivo en una edificación colonial. Nótese la proporción del vano con relación al muro, y el espesor del muro.
Fuente: “Construcciones con adobe”, M. Gonzáles de la Cotera.



Figura N ° 06a.- Edificación Colonial en adobe, obsérvese la altura del muro de adobe.
Fuente: “Construcciones con adobe”, M. Gonzáles de la Cotera.

CAPITULO II

2.0. CONSTRUCCIONES CON TIERRA.

Desde épocas antiguas se ha utilizado mucho la tierra cruda, un material que abunda en la superficie terrestre, desde Mesopotamia hasta Egipto. En Europa, África y el Medio Oriente las civilizaciones romanas y musulmanas construyeron con materiales a base de tierra. Tal como lo hicieron en Asia las civilizaciones del valle del Indo, los monjes budistas y los Imperios de China. Durante la edad media aún se empleó este material en Europa, los indios lo emplearon en América, los Toltecas y aztecas en Méjico y los Mochicas aquí en Perú. Durante más de 10.000 años se ha empleado el adobe para levantar monumentos que evidencian tanto el prestigio como el desarrollo material de las comunidades. Los almacenes Zigurats, las Pirámides, Iglesias, Mezquitas, Monasterios, Palacios, Stupas, se construyeron tratando de aprovechar los recursos que presenta este material e idear las formas arquitectónicas más variadas, sin sentirse necesariamente restringidas por su naturaleza, considerada a menudo pobre y débil.

Este capítulo describe el desarrollo histórico, que las construcciones de adobe han tenido a lo largo del tiempo, enmarcadas en el aspecto local y mundial, asimismo esto servirá para establecer lineamientos sobre las construcciones de adobe que pueden desarrollarse en la actualidad.

A continuación se describe la construcción con adobe a lo largo de la historia.

2.1.- Marco Histórico.

2.1.1. Referencias Históricas de construcciones con tierra en el Perú y el mundo.

Entendemos como construcciones de tierra o barro, aquellas construcciones donde interviene primordialmente, como materia prima, el barro, en sus diferentes aplicaciones, procesado por una serie de tecnologías tradicionales.

El barro es uno de los materiales de construcción más antiguos de la humanidad. Por siglos, el hombre ha mezclado arena y arcilla, con paja y agua para moldear unos bloques que deja secar al sol, y que se conocen en muchos países como adobes. Existen vestigios de poblados prehistóricos, contruidos con piedras asentadas con barro, desde las Islas Aran, en Irlanda, hasta Catal Hüyük, en Anatolia; también, el mismo sistema constructivo, fue empleado en otro lugar distante y unos 10,000 años después, por los incas en Ollantaytambo (Figura N ° 07), cerca del Cusco, donde quedan construcciones importantes, con muros de piedra natural

asentada con mortero de barro y techos de rollizos de madera cubiertos con una gruesa capa de paja. (10).

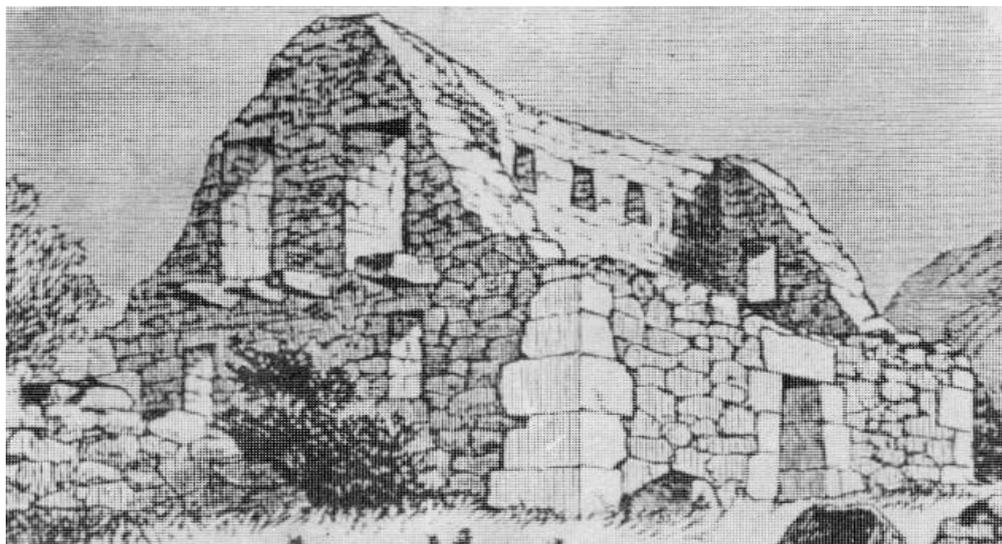


Figura N ° 07. Ollantaytambo. Cusco, Perú (siglo XIV). Los muros son de piedra y han sido asentados con barro y recubiertos luego con enlucido de barro.
Fuente: Capitulo I. Las estructuras de Mampostería. H. gallegos; O. Ramírez de Alba

La unidad de mampostería fabricada por el hombre a partir de una masa de barro secada al sol, para sustituir a la piedra natural, debió ocurrir en lugares donde ésta última no podía encontrarse. El vestigio más antiguo se encontró realizando excavaciones arqueológicas en Jericó, en el Medio Oriente. La unidad de barro tiene la forma de un gran pan, fabricada a mano y secada al sol; su peso es de unos 15 Kg., y en ella aún se notan las huellas del hombre que la elaboró. Las unidades de barro formadas a mano se han encontrado en formas diversas y no siempre muy lógicas. La forma cónica es de interés, pues se repite y está presente en lugares distantes, sin conexión directa y en momentos de desarrollo semejantes; estas unidades se encuentran en muros construidos en Mesopotamia, con una antigüedad de 7,000 años, y en la zona de la costa norte del Perú, en Huaca Prieta, con una antigüedad de 5,000 años. (10).

Aún hoy, aproximadamente, el 50 % de la población del mundo construye sus viviendas con barro, en distintas formas, con el uso de diferentes técnicas y normas. En la actualidad sigue vigente el uso del barro (Adobe) como material básico en construcciones de todo tipo tomando como referencia las nuevas tecnologías que se vienen desarrollando en el mundo; inclusive en zonas de países desarrollados como: Australia, Nueva Zelanda, España, entre otros.

A continuación se puede observar en la figura N ° 08 la construcción de una vivienda, y en la figura N ° 09 la construcción de un Hotel. (1).



Figura N ° 08.- Vivienda en Otorohonga, Nueva Zelanda
Fuente: "La Arquitectura del Barro", Alonso Ponga, J. L.



Figura N ° 09. - Hotel Kooralbin, Queensland, Australia.
Fuente: "La Arquitectura del Barro", Alonso Ponga, J. L.

En muchos lugares del mundo se ha redescubierto las ventajas como material de construcción de bajo costo, específicamente en el tema de la vivienda para usuarios de menos recursos.

La palabra "adobe", término utilizado en países Andinos y otros continentes, significa o se traduce como un bloque de barro o ladrillo de moldeado manual, expuesto y secado al sol.

Parece provenir originalmente de la palabra árabe **atob** que significa cieno, lodazal o bien de **atuba** la denominación asignada a la forma del ladrillo. Otras fuentes informan que el origen de ese nombre, es aún mucho más antiguo, ubicándolo entre los jeroglíficos egipcios de los cuales derivó a los pueblos árabes. Pero el origen de la técnica primitiva del uso del barro como material de construcción pudiera remontarse aún más, según se evidencia en lo vestigios existentes de las primitivas comunidades agrícolas en Mesopotamia, hace más de 7.000 años antes de la era cristiana. Para el mundo occidental, la construcción con adobe

migró hace muchos siglos de Marruecos, en el norte del África, a territorio español desde donde se difundió al nuevo mundo, popularizándose el uso de moldes de madera para sistematizar la construcción.

La más antigua ciudad conocida, Catalhoyuk, al sur de Anatolia, del VII milenio antes de Cristo, tenía las casas construidas con adobes. También, en el Antiguo Egipto se empleó frecuentemente el adobe, elaborado con material procedente del río Nilo, en la construcción de casas, tumbas (mastabas), fortalezas, e incluso palacios, aunque los egipcios también fueron los primeros en emplear la piedra tallada para erigir templos, pirámides y otras edificaciones monumentales.

Así mismo se tiene la información de que: "Las construcciones de adobe representan las estructuras más antiguas del sud-oeste de los EE.UU. que todavía están en pie". Existen aún edificaciones de misiones religiosas y casas privadas que datan del siglo XII y XIII.. Los colonizadores de la región construyeron sus casas con adobe porque el material (tierra) era abundante. (1).

No había bosques o grandes cantidades de rocas, de manera que construyeron con lo que tenían a la mano. De cual se deduce, que ésta era la manera de elegir los materiales de construcción. Por lo general, el material más abundante en una región es, asimismo, el que mejor se adapta al clima y al medio ambiente.

En la figura que se muestra a continuación, se aprecia la construcción de muro de adobe de una vivienda antigua, de la Provincia de Burgos (España), sobre cimentación de piedra.



Figura N °10.-Muro de adobe sobre basamento de piedra
Fuente: "La Arquitectura de Barro". Ponga. L.

En España, es característico, añadir paja al barro, y las construcciones de adobe se suelen revestir con una capa del mismo barro, con lo que le dan, ese aspecto tan curioso de las casas

típicas de Tierra de Campo. También es usual en regiones semi -desérticas de África, América Central y América del Sur.

En México, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y en el sur y norte de Chile las casas de adobe son aun patrimonio de muchas familias, que conservan esta tradición desde tiempos inmemoriales. Mezclar pasto seco con el barro permite una correcta aglutinación, gran resistencia a la intemperie y evita que los bloques una vez solidificados se agrieten. (1).

En muchas ciudades y pueblos de Centro y Sur de América, la construcción con adobes se mantiene viva, aunque amenazada por las imposiciones del mercado formal o por la mala fama que le han hecho los sismos y el mal de Chagas.

En Uruguay, el adobe es una de las técnicas tradicionales de construcción, que poco a poco fue dejada de lado, aunque en los últimos 20 años se han realizado experiencias tanto en Montevideo como en el interior del país. (11).

En el Perú, a través de la Historia, de acuerdo a los estudios realizados, las construcciones con tierra o a base de adobe, para viviendas, ritos religiosos y militares, se han ido incrementando, en las diferentes épocas y la evolución o desarrollo de las culturas.

No está demás indicar, que la cultura Caral, usó la piedra para sus construcciones piramidales, recurrió al barro o la tierra, para utilizarlo como mortero, para unir los bloques de piedra.

Tenemos que hacer referencia de las últimas investigaciones que se han realizado, y establecer la presencia notable de las culturas de la antigua Región Norte del Perú, que han contribuido en el uso masivo del adobe en sus edificaciones. (45).

2.1.2. Referencias históricas de las construcciones de tierra en la antigua Región Norte del Perú.

Los vestigios arquitectónicos de la Antigua Región norte del Perú, demuestran que las diferentes culturas asentadas a través de la historia, utilizaron la tierra como primera opción, luego emplearon el adobe como elemento primordial en sus diferentes edificaciones (viviendas, templos, recintos ceremoniales etc.). Los restos arqueológicos encontrados manifiestan un manejo técnico y eficiente de los recursos naturales existentes de aquel entonces.

En nuestro territorio, se han desarrollado en el tiempo, diferentes culturas las cuales, una tras otra, han significado un conjunto de experiencias que fueron optimizando la práctica constructiva. En la costa norte se evidencia la preferencia de uso de la tierra cruda como principal material constructivo, expresándose como elemento de la estructura principal de las edificaciones ceremoniales y como componente secundario en la conformación de las edificaciones civiles.

En el antiguo Perú y en especial en la Costa Norte, la cerámica es una de las manifestaciones artísticas que mejor ha expresado el mundo de nuestros antepasados. Y es así que tanto los Mochicas, como los Lambayeque y los Chimú, han dejado en su cerámica un importante registro de sus diversos tipos de arquitectura y formas de construcción. Después de una fase inicial en la actividad constructiva, que podría calificarse como de experimentación en la que se utilizan piedras y distintas formas de piezas de tierra cruda extraída directamente (champas), o modelada manualmente (adobes cónicos, adobes cilíndricos); con el establecimiento de los Mochicas (periodo de los desarrollos regionales) se presentan una serie de innovaciones tecnológicas. Entre estas, destaca una vez más la evolución de las formas del adobe, llegándose al empleo generalizado del molde en su fabricación, adoptando la forma del paralelepípedo rectangular. A este elemento indicador, de la producción masiva de materiales constructivos, se agrega en algunos casos, la presencia en éstos de marcas peculiares, las que estarían identificando a diferentes grupos involucrados en su producción o en la realización de determinadas secciones constructivas.

Es importante resaltar que todo esto nos advierte, no solamente acerca de innovaciones constructivas, sino también, revela sus implicancias en cuanto a los niveles alcanzados en la organización de la fuerza de trabajo y el mayor grado de especialización existente entre los constructores.

Por otro lado, es importante además considerar que en el mundo andino prehispánico, los diversos gobiernos, captaron las formas constructivas tradicionales de los puntos conquistados para la edificación de sus centros administrativos de control y de imposición ideológica.

Materiales Utilizados en la Construcción

En la costa norte peruana la tierra fue el material constructivo protagónico en las edificaciones. Inicialmente, en el período pre-cerámico y formativo, hay evidencias del uso de la piedra unida con barro. Sin embargo, aún en estos mismos periodos y en todos los posteriores del prehispánico, el uso de la tierra cruda es predominante, primero como champas

y luego como adobes con formas cónicas y cilíndricas (modelados) y paralelepípedos (moldeados).

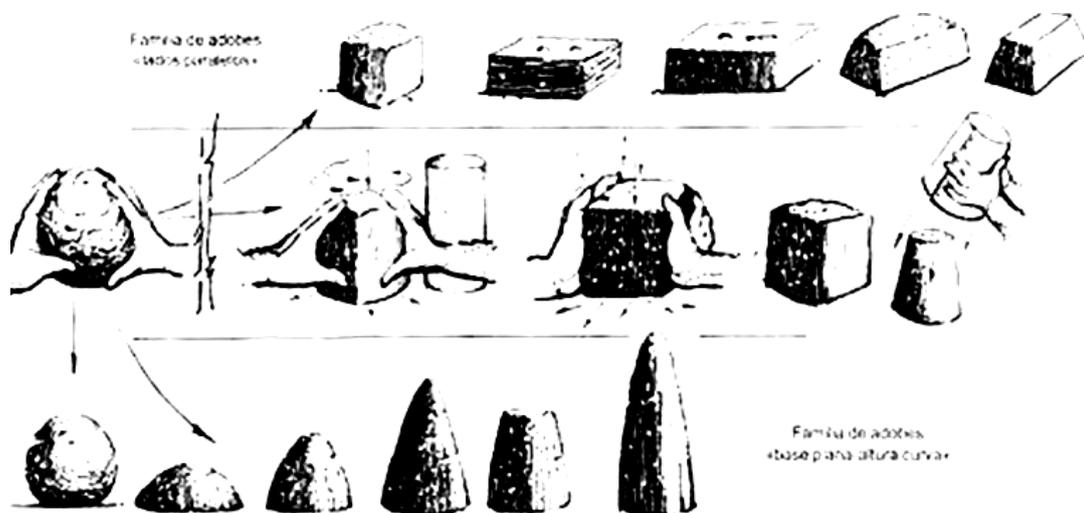


Figura N° 11a.- Hipótesis del origen de las formas de adobes en la Costa Norte.
Fuente: Campana, C. 2000

La tierra se utilizó para elaborar los distintos tipos de adobes. El bloque de adobe era elaborado de tierra arcillosa y contenía además otros agentes de cohesión como materiales orgánicos fibrosos, desperdicios domésticos y conchas partidas, destinados a mejorar su propiedad mecánica y resistencia a la humedad. El uso del estiércol y otros elementos de origen vegetal se encuentra especialmente en los morteros de buena calidad, destinados al revoque y enlucido de las paredes. Posiblemente, se usó también una sustancia de naturaleza coloidal proveniente de cactus, tanto en la mezcla del adobe como en los enlucidos para promover la adherencia.

Los adobes se dispusieron en diversas formas de aparejo, para resolver el relleno de los inmensos volúmenes masivos de las plataformas de los montículos troncados piramidales, la construcción de los muros de contención de las plataformas o los muros portantes de las edificaciones, y para conformar extraordinarias columnas y pilares.

Se han encontrado adobes cilíndricos de aproximadamente 70 cm. de largo por 25 a 30 cm de diámetro en promedio (Huaca Collud), Distrito de Pomalca.



Figura N ° 11b. Adobes cilíndricos en Huaca Collud (Distrito de Pomalca) tiene 20 cm. de diámetro y 60 a 70cm. de largo.
Fuente: Tesis de Maestría UNI, Chirinos, H.; Zarate. E.



Figura N °11 c Adobes cilíndricos tronco-cónicos en Huaca Collud (Distrito de Pomalca)
Fuente: Tesis de Maestría UNI, Chirinos, H.; Zarate, E.

Estos adobes, utilizando mortero de barro, fueron colocados de cabeza a modo de empalizada de troncos o dique, que contiene atrás el enorme volumen del relleno. Los adobes cilíndricos constituyen un paso evolutivo en la producción de adobes y las diversas formas de aparejos. Se utilizaron también columnas de sección cilíndrica, posiblemente elaboradas con troncos de algarrobo y sucesivas capas de barro. Esta técnica también fue usada por sociedades posteriores (Túcume) y en otras zonas del Perú prehispánico, como la costa sur (Nazca).

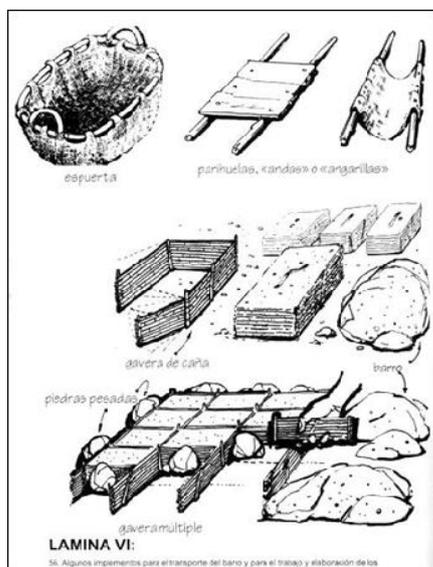


Figura 11d.- Hipótesis de implementos y gaveras para la construcción con tierra.
Fuente: Campana, C. 2000

La evolución de la forma de los adobes, que culmina con la generación de adobes paralelepípedos rectangulares elaborados con molde, admite suponer la mejora de una serie de aspectos de la tecnología constructiva. La fabricación con moldes permitía tener adobes con las mismas dimensiones y calidad, favoreciendo la masificación y aceleración de la producción de los materiales constructivos. La estandarización de las dimensiones de los adobes debió permitir, a su vez, el cálculo de los materiales y de la mano de obra requerida; así como una mayor solidez estructural, lograda mediante el desarrollo de aparejos trabados.

Otro material característico muy utilizado en la construcción prehispánica de la costa peruana es el algarrobo. Se usó como dintel en vanos u hornacinas, como columna (horcón) o viga, como umbral en las puertas, como pie derecho, carrera o tornapunta en la quincha. Sus cualidades de durabilidad y fuerza, así como las características de su forma, su longitud útil de 2 a 6m, el diámetro de 0.20 a 0.35 m y su conformación sinuosa, determinaron las características dimensionales y formales de la arquitectura en la cual se utilizó.

Técnicas Constructivas

Las técnicas constructivas para la conformación de estructuras troncos piramidales y plataformas, se trabajó con técnicas especiales que permitieron una adecuada estabilidad y un rápido avance en la construcción.

La técnica de los reticulados de cámaras rellenas, fue la que masivamente se utilizó para construir las plataformas, que constituirían a su vez también las estructuras tronco piramidales. Esta consistió en conformar, mediante muros perimétricos de adobe, un conjunto de cámaras destinadas a contener rellenos con piedras, arena o materiales de deshecho. El adosamiento de estas cámaras, una al lado de la otra en alineamiento ortogonal, generaba una retícula o emparrillado. Una vez rellenas las cámaras, eran selladas con un piso, dando lugar a un nuevo nivel. Esta técnica permitió ahorrar material y tiempo en la construcción, ya que incluso se utilizaba el material que inicialmente se había recogido para preparar y limpiar el terreno donde se asentaría una de estas edificaciones.

Figura 11e.- Construcción con adobes organizados en Bloques Tramados
Fuente: Museo Nacional de Sicán.



La otra técnica utilizada para la construcción de las grandes edificaciones monumentales, fue la de los paneles o bloques modulares de adobes, esto implicó el empleo de más tiempo y esfuerzo en la fabricación de adobes y en la misma construcción. Para construir las

plataformas y demás estructuras sólidas los Mochicas inventaron la técnica, que hoy en el ámbito de la arqueología, es llamada "bloque de adobe tramado" el que consiste en levantar grandes columnas o bloques formados por la superposición de muchas capas o hileras de adobes ordenados en sentidos diferentes. La sección de estas columnas mide varios metros por lado. El aumento del volumen de las pirámides se logró mediante el adosamiento y superposición de estos bloques.

La construcción sucesiva de las plataformas, para generar la gran estructura tronco piramidal, se vio también favorecida por la antigua tradición del llamado "enterramiento ritual de los templos". Este acto, en el tiempo, generaba no solo la protección de las estructuras anteriores sino también la preparación de un nuevo nivel de construcción.

Técnicas para la construcción de recintos

En la construcción de las estructuras nobiliarias y suntuarias tales como templos y palacios, se trabajó con muros de adobe, estructuras de techo de madera de algarrobo y cubiertas de caña y barro.

La quincha fue una de las técnicas empleadas en la conformación de muros secundarios en estas edificaciones. En cambio, se usó en todos los componentes de las edificaciones populares: muros y techos.

La quincha prehispánica, según las descripciones de cronistas y las referencias arqueológicas, fue muy elemental. Los paneles se hicieron a partir de una armazón estructural de madera (ramas y troncos de árboles en rollizo), unida por fibras vegetales o una tira delgada de pellejo fresco de vaca o de carnero, denominada huasca. Sobre este armazón se trenzaban o entretejían las cañas, fijándolas también con huasca o fibras vegetales, para formar la superficie en la que finalmente se aplicaba una capa de barro (torta). Los techos tenían similar constitución, a veces se remplazó las cañas por esteras.

Otro asunto importante es el relacionado con la elaboración de los acabados y relieves de las edificaciones, los mismos que estuvieron en muchos casos pintados. Para los enlucidos se utilizó tierra. Para las ornamentaciones, se emplearon técnicas especiales para modelar relieves o representaciones escultóricas con barro elaborado con arcillas finamente sedimentadas.

Herramientas Utilizadas

En cuanto al manejo y uso de herramientas, posiblemente se utilizó más instrumentos de piedra que de metal, y tanto el transporte como la construcción de edificios, se llevaban a cabo sin ayuda de ningún tipo de maquinaria, o en el mejor de los casos con ayuda de animales de carga media, como la llama.

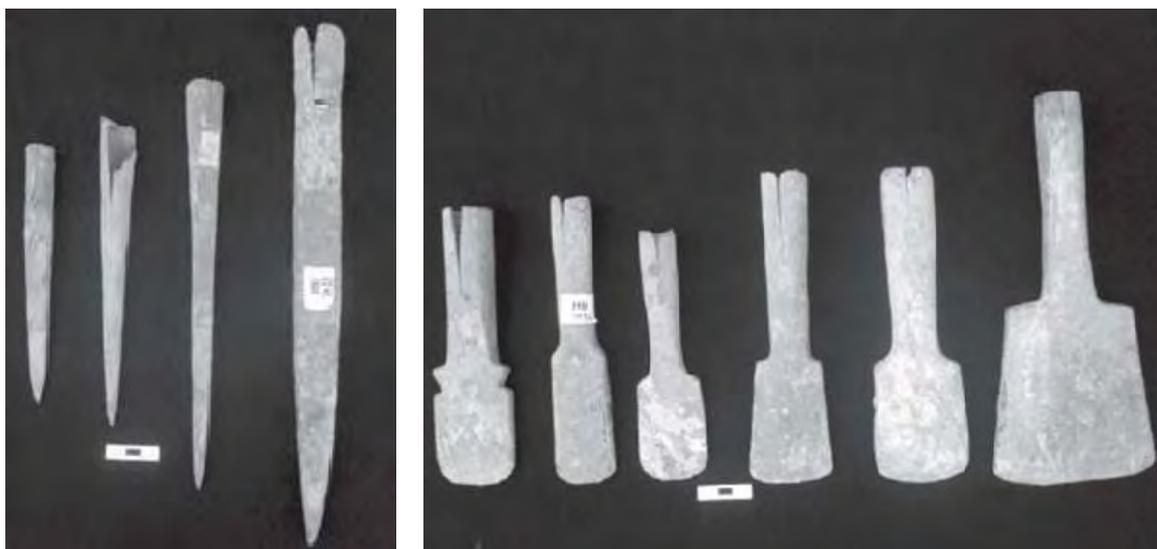


Figura 11f.- Herramientas de metal (Rejas y Puntas). Hocquenghe 2005
Fuente: Museo Bruning. Lambayeque

Se ha encontrado en el sitio arqueológico de Apurulén (actualmente Motupe) herramientas de piedra, tales como martillos de cantos rodados. Otros hallazgos más antiguos (6000 de antigüedad) se tienen en Nanchoc (partes altas de los valles de Lambayeque y Saña).

Por otro lado, también se tiene información de instrumentos hechos con aleación de cobre arsenical, en variedad de tamaños y formas que habrían podido ser usados para diferentes necesidades. (Ver figura 11f)

En los valles de Lambayeque, procedentes del periodo Sicán, estas herramientas de cobre arsenical se han encontrado relacionadas con personajes de élite, pero también con gente común. Lo que conlleva a suponer que en último caso se trató de instrumentos que sirvieron para labores de construcción o de agricultura.

En estudios especializados sobre el tema se plantea que las rejas y puntas prehispánicas provenientes de los valles de Lambayeque y las rejas anchas y cortas de la costa sur ecuatoriana, insertadas en cabos de madera, podrían ser los ancestros de las barretas y barretillas, y de las rejas de metal de los barretones y de las pequeñas lampas, fabricados

actualmente de hierro o acero y utilizados en las serranías de Piura y Loja. La barreta es una herramienta multiusos que se emplea para palanquear, extraer o romper piedras, cortar, remover tierras y piedras, entre otros trabajos de construcción civil. (Hocquenghe, 2005).

Los constructores

Las técnicas para construir las monumentales edificaciones públicas, en las culturas prehispánicas, denotan un alto proceso de especialización que habría involucrado no solo a quienes se desempeñaban como arquitectos y planificadores, sino también a operarios y artistas especializados en el desempeño de una serie de oficios y artes relacionados con los distintos rubros de la construcción.

La construcción de la arquitectura pública prehispánica posiblemente exigió, mientras más compleja y monumental fue, una adecuada organización del trabajo de la construcción. También es de suponer la necesidad del posterior mantenimiento y reparación de los edificios. Posiblemente el estado organizó la construcción a través de la tributación en fuerza de trabajo. El pueblo tributaba tanto bajo la forma de mano de obra como en productos.

A continuación se describe las culturas prehispánicas más reconocidas, que emplearon el adobe, en sus diferentes construcciones y en distintas épocas.

2.1.2.1. Cultura Mochica.

Moche, también llamada Cultura Mochica, es una cultura del Antiguo Perú, que se desarrolló entre los 100 a.C. y los 800 d. C. en los valles de la costa norte.

Las sociedades Moche desarrollaron una compleja tecnología de canales de riego, evidenciando amplios conocimientos en Ingeniería Hidráulica, ampliando la frontera agrícola. Además, hicieron uso intensivo del cobre en la fabricación de armas, herramientas y objetos ornamentales.

Fueron considerados los mejores ceramistas del Perú antiguo gracias al fino y elaborado trabajo que realizaron en sus cerámicos. En ellos representaron a divinidades, hombres, animales y escenas significativas referidas a temas ceremoniales y mitos que reflejaban su concepción del mundo, destacándose la asombrosa expresividad, perfección y realismo con que los dotaban.

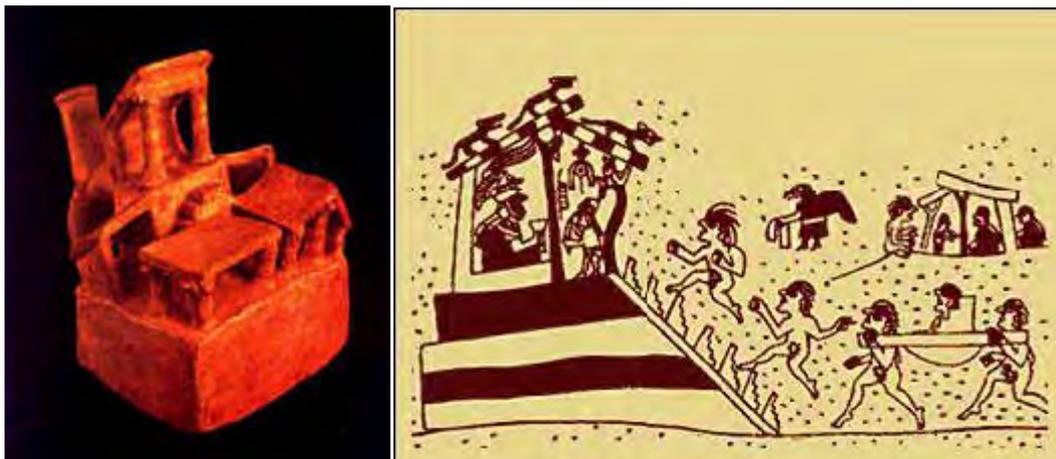


Figura 12: Huacos y Dibujos Mochica donde reflejan las representaciones de la arquitectura ceremonial y residencial.
Fuente : Museo Bruining Lambayeque.

Los Mochicas, edificaron sus grandes construcciones con un sistema típico de columnas o paneles modulares, denominados “Paños”; confeccionaron mediante adobes unidos con argamasa de barro y dispuestos en tramas alternas de “cabeza” o “soga”. La sociedad Moche construyó centros urbano-ceremoniales compuestos por palacios (donde vivía la elite), edificios administrativos, talleres artesanales y unidades domésticas. Estos centros estaban formados por plataformas de adobe dedicadas al culto y casi siempre decoradas con pinturas murales.

Políticamente, las sociedades Moche de fuerte segmentación en clases sociales se organizaban en señoríos comandados por autoridades religioso-militares. Los centros más importantes fueron Moche y Galindo en La Libertad y Pampa Grande en Lambayeque.

Ubicación geográfica.

La cultura mochica, se extendió por gran parte de lo que hoy es la costa norte del Perú, abarcando lo que vendrían a ser, los Departamentos de Ancash, Lambayeque y La libertad, en el valle de Chicama, Viru y Moche, y parte de Piura, tal como se muestra en las figuras N° 13 y N° 14.



Figura 13: Ubicación de la Cultura Mochica.
Fuente: http://www.historiacultural.com/2008/02/intermedio-temprano_22.html



Figura 14: Ubicación de la Cultura Mochica, muestra las áreas de expansión.
Fuente: http://www.historiacultural.com/2008/02/intermedio-temprano_22.html

En la figura N °13, se aprecia los lugares más representativos del desarrollo de la cultura Mochica; en lambayeque, Pampa Grande y Sipán; en la libertad, San José de Moro, Huaca del Sol y la Luna.

Arquitectura Mochica.

Como elemento base para sus construcciones emplearon el adobe, que lo usaban en pequeños bloques de tamaño mediano, cuyas dimensiones fueron: 23x27x17 cm.; 33x20x15 cm.

En las construcciones importantes como las huacas, se solía hacer cada cierto tiempo una reedificación, en la cual en vez de remodelar una pared, la tapaban construyendo otra en la parte de delante, esto se puede apreciar en todas las huacas. Las casas de los pobladores comunes (pueblo) eran ubicadas en pequeñas comunidades, no formaban grandes urbes. Los materiales que usaban ellos eran los mismos que se empleaban para las huacas a excepción de las pinturas. Las casas tenían patio propio y techo de dos aguas para las lluvias. En la siguiente figura, se presenta la casa típica Mochica a dos aguas. (4).



Figura N ° 15. - Casa Mochica a dos aguas.
Fuente: La Vivienda Mochica: Campana, Cristóbal.

Mochica sur, comprende el área de la Región La Libertad, en esta zona se puede observar dos restos importantes de los Mochicas, como son: la Huaca de la Luna y la Huaca del Sol.

Pirámide de la Luna o Huaca de la Luna.

La Huaca de la Luna, representa o muestra una imponente imagen del apogeo de la cultura Moche; se observa en sus construcciones plataformas escalonadas y altorrelieves de colores por todos los lados. Sus construcciones, como la Huaca que se observa, fueron destinadas exclusivamente para uso ritual y funerario.

En la siguiente figura N ° 16, se observa los restos de la Huaca de la Luna, donde resalta sus plataformas escalonadas, fundamentalmente, construidos a base de adobes.



Figura N ° 16: Restos de la Huaca de la Luna.
Fuente: El Misterio de las Pirámides Peruanas,
Max Tafur.

De no ser por su cerámica y su rica iconografía, poco se conocía de los moches hasta fines de la década del ochenta, cuando el hallazgo de la fastuosa tumba del Señor de Sipán, los murales del complejo arqueológico de El Brujo, en el valle de Chicama, y las investigaciones en la Huaca de la Luna, sirvieron para reconstruir el esplendor de una de las culturas más creativas y pujantes del mundo americano antiguo. Como dicen los historiadores, lo descubierto, es el renacer de los Mochicas. (5).

Pirámide del Sol o Huaca del Sol.

La Huaca del Sol, se observa desde la Huaca de la Luna, separado por una extensa planicie ceremonial. Al fondo una extensa campiña y el río Moche.

La Huaca del Sol delimita la zona de la campiña. Las estimaciones más precisas sostienen que la Huaca del Sol tuvo más de 55 mil metros cuadrados de área (345 metros x 160 metros) y treinta metros de altura, y que en su construcción se usaron no menos de 140 millones de unidades de adobes rectangulares de: 33x20x15 cm. ó 23x27x17 cm, elaborados manualmente.

Se colocaban o asentaban los adobes, formando especie de pequeños ambientes o cuartos; los Mochicas también utilizaron la piedra como elemento de construcción, pero para las bases de murallas y terrazas. La forma más típica de las estructuras de los templos ceremoniales y viviendas domésticas es la forma rectangular.



Figura N ° 17: Huaca del Sol
Fuente: El Misterio de las Pirámides Peruana, Max Tafur.

El espacio donde se ubicó la Huaca del Sol, se consideró como el epicentro ceremonial de la **cultura Moche**, o capital de la cultura Moche; que en pleno apogeo abarcó los actuales territorios de Piura, Lambayeque, La Libertad y Ancash, hasta el puerto de Huarmey. Incluso; ahora se sabe que el nombre de Huaca del Sol se debe a una errónea interpretación de los cronistas españoles y que su verdadero nombre habría sido **Capuxaida**. (5).

Mochica norte, comprende la Región Lambayeque, resaltando el Complejo arqueológico Huaca Rajada, que se tratará más adelante en la cultura Lambayeque.

2.1.2.2 Cultura Chimú.

Chimú o **Chimor** es una cultura del Antiguo Perú, surgida en la costa norte tras el decaimiento del Imperio Wari entre los años 1000 y 1200 d. C. Ocuparon los territorios que antes habitaron los Mochicas, llegando a expandir sus dominios, en su etapa de mayor desarrollo, por toda una extensa franja del norte del Perú, desde Tumbes hasta el valle de Huarney.

En su desarrollo se distinguen dos etapas; en la primera, se trataba de un reducido grupo localizado en el antiguo valle Moche y zonas aledañas (900-1300); y en la segunda, ya habían conquistado un vasto territorio y eran un reino en constante expansión (1100-1270). Diversos historiadores sostienen que, hacia mediados del siglo XI, los Chimús habrían sido derrotados por el Imperio incaico. (p)

Los Chimús se destacaron en el plano urbanístico gracias a sus formidables construcciones. Muestra de ello son edificaciones como la ciudadela de Chan Chan, la muralla Chimú, la fortaleza de Paramonga, entre otras. Así también, se destacaron por sus adornos y objetos fabricados, en los que utilizaron una diversidad de técnicas y metales para su elaboración.

Ubicación.

La cultura Chimú se asentó en el mismo territorio donde siglos antes existió la Cultura Mochica, se desarrolló en el valle de Moche (al norte de Lima), al noreste de Huarney acabando en Trujillo central. En el departamento de La Libertad. Limitaba por el sur con Pativilca o Carabayllo (Lima) y por el norte con Olmos (Piura) y Tumbes.

Entre las construcciones de adobe, de la cultura Chimú, resalta la imponente ciudadela de Chan Chan, la que se tratará a continuación.

Ciudadela de Chan Chan

Chan Chan es una ciudad precolombina, construida en adobe, siendo la más grande edificación de su género en América Latina y la segunda en el mundo. Ha sido declarada como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en el año 1996, e incluida en la lista de Patrimonio de la Humanidad en peligro, en el mismo año, por deterioro de sus elementos por los años transcurridos. En la actualidad, está a cargo de una entidad del Estado, denominado:

Unidad Ejecutora N ° 110-Chan Chan, que ejecuta las labores de protección, restauración e investigación

La ciudadela de Chan Chan, se ubica entre la ciudad de Huanchaco y Trujillo (a 5 Km. de ésta), en la Región La Libertad, costa norte del Perú. Se asienta en el valle de Moche (antiguamente conocido como valle de Chimor), está formado por 10 ciudadelas o pequeñas ciudades amuralladas).

Su ubicación cercana a las playas demuestra la importancia que tuvo la pesca y el mar para la cultura Chimú. En el siguiente esquema o mapa, se precisa la ubicación de Chan Chan. (o)



Figura N° 18: Ubicación sitio Arqueológico de Chan Chan
Fuente:<http://www.historiacultural.com/2008/06/cultura-chim.html>

El sitio arqueológico de Chan Chan, cubre un área de aproximadamente 20 kilómetros cuadrados, siendo considerada la segunda ciudadela de barro más grande del planeta.

Construido a base de adobes, con muros anchos, altos y con relieves, como se aprecia en la siguiente figura..



Figura N °19: Muro de la ciudadela de Chan Chan , con relieves.
Fuente: Wikipedia la enciclopedia libre

Historia.

En la costa norte del Perú, desde fines de los años 600 y comienzos de los 700, aparecen nuevos modelos de ciudades, donde la estructura principal, ya no es la pirámide ceremonial, sino una gran cantidad de cuartos y edificios cercados por grandes muros, constituyendo la parte más importante del asentamiento. Como muestra de esto se tiene PAMPA GRANDE, en el valle de Lambayeque, y GALINDO en Moche. Aquí se puede notar la importancia que tienen los grandes recintos amurallados, dentro de los cuales se ubican los edificios para la función administrativa y ceremoniales.

CHAN CHAN, por la gran extensión que abarca y por el prestigio que tiene a través de la historia, por haber sido la capital de una cultura importante, está presente en el interés de los turistas e investigadores, desde hace muchos siglos. A pesar de esta importante posición que tiene, en los documentos más antiguos, después de la conquista española, son escasos, o se mencionan como una ruina. Por esta razón, se asume, que tras la conquista Inca, Chan Chan fue saqueada y destruida (aproximadamente en el año 1470), y cuando llegó Pizarro (1532) esta ciudad era sólo un pálido reflejo de su viejo esplendor, habitado por pocas personas de escasa importancia política y económica. Estimaciones actuales indican que la habitaron unos 20.000 a 30.000 habitantes en su fundación pero cuando el reino se expandió, (1300 aprox.), la población aumentó de 60.000 a 100.000 habitantes. En 1470, TUPAC YUPANQUI, sitió la ciudad y destruyó la infraestructura de riego (acueductos), la población se redujo a unos 5,000 a 10,000 habitantes. Finalmente hacia el año 1500 los CHIMU se revelaron, y HUAYNA CAPAC la saqueó y quemó parcialmente. La población total del reino CHIMU era 500,000 aproximadamente. Tras la conquista se redujo a 40,000 en un siglo. Durante la época del Virreinato (1532-1,821), Chan Chan fue objeto de múltiples saqueos y destrucciones, pues existía la creencia que entre sus muros y pirámides estaba escondido un gran tesoro en piezas de oro y plata

Arquitectura.

Antes de compenetrarnos en la arquitectura de Chan Chan, se hará una breve descripción de la ciudad y de los sectores que abarca.

Chan chan está conformado por diez (10) “ciudadelas”, denominadas así por ser grandes recintos (“canchones”), que abarca en su interior muchas estructuras menores, asemejando pequeñas ciudades amuralladas; de los cuales nueve (9) tienen muchas características

comunes. Vistos desde el norte y siguiendo el sentido de las agujas del reloj, han sido bautizadas como Squier, Gran Chimú, Bandelier, Uhle, Chayhuac, Tschudi, Rivero, Laberinto, Tello y Velarde. Los nombres derivan, en la mayoría, de turistas e investigadores que han tomado interés por estas ciudadelas. En la figura siguiente, se muestra croquis de los sectores que comprendía Chan Chan.

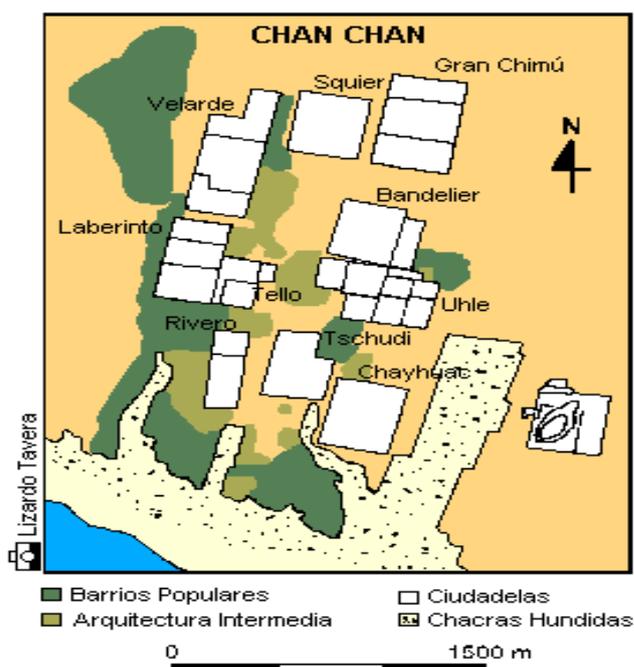


Figura N °20: Croquis de Chan Chan , con la ubicación de sus principales sectores; ciudadelas, barrios populares, arquitectura intermedia y chacras hundidas
Fuente: Wikipedia la enciclopedia libre

Del croquis de la figura anterior, se pudo observar que en la organización de Chan Chan, ha existido una fuerte diferenciación de clases sociales, que ocupaban distintas áreas y edificios propios, en función a su condición económica.

Las ciudadelas, estaban protegidas por altas murallas, y que tenían un solo acceso, que permitía controlar el ingreso y salida de los visitantes. En el mismo croquis, se observa la existencia de otras dos zonas de importancia. Al sur de las ciudadelas, conjuntos de construcciones menores, aglutinadas, llamadas "barrios marginales", al oeste construcciones denominadas: "complejos arquitectónicos de elite".

Así mismo, se puede ver que en la parte sur de la ciudadela, además de los "barrios marginales", se encuentra las Chacras Hundidas, zona dedicada a las actividades agrícolas.

Hecho la descripción somera de la ciudad de Chan Chan, indicaremos lo concerniente a la arquitectura propiamente dicha.

Para construir esta ciudad se utilizaron materiales propios de la región. Las ciudadelas fueron construidas usando muros de adobe sobre cimientos de piedra unidos con barro, más anchos en la base y angostos en la parte superior. Para construir pisos, rellenos de paredes, rampas y plataformas, se emplearon adobes rotos, junto con tierra, piedras y otros desechos. La madera se usó para hacer postes, columnas y dinteles. También se usó la caña, el carrizo y la estera. Los techos fueron confeccionados entretejiendo atados de paja. La información recopilada no indica de dónde procedía la paja, posiblemente lo obtenían de la zona agrícola. Uno de los detalles que más se admira, es la gran belleza, variedad y cantidad de muros decorados con altorrelieves. Estos fueron hechos con moldes y decoraron las paredes de patios, audiencias y corredores, al interior de las ciudadelas. Los motivos decorativos más comunes fueron las combinaciones geométricas, pero también son comunes las representaciones de peces y aves.

(a).

Las ciudadelas, como ya se dijo, en la parte que corresponde a la ubicación, son en número de diez (10), de las cuales nueve (9) tienen las mismas características formales, salvo la denominada Tello. Las características similares de las ciudadelas son las siguientes:

- Son áreas cercadas de forma rectangular.
- Tienen orientación norte / sur.
- Están divididos en tres sectores.
- Es notable un alto grado de planificación en su construcción.
- Acceso principal ubicado al norte.
- Compartir una similar zonificación al interior de las ciudadelas.
- La presencia de plazas, audiencias, depósitos, plataforma funeraria y pozos.



Figura N ° 21: Vista Panorámica de una de las ciudadelas de Chan Chan donde se muestran los muros de adobe y los compartimientos que tenía, para sus diferentes ceremonias.
Fuente: Página Web de Arqueología del Perú.

Una ciudadela, tiene distribución interior, dado por tres (3) sectores: norte, central y sur

El **sector norte** es una plaza o patio con banquetas de adobe (muros bajos que pueden ser usados para sentarse) en su perímetro, con un acceso hacia el sur, al que se llega subiendo por una pequeña rampa. Este acceso conduce a las audiencias y a los depósitos. Las audiencias son construcciones que vista desde arriba tienen forma de "U" y que debieron albergar a un funcionario o personaje ligado a las más importantes funciones administrativas de la ciudad.

En el **sector central** se pueden encontrar la mayor concentración de construcciones dedicadas al almacenamiento de productos. Además se encuentra la Plataforma Funeraria, pequeña pirámide trunca de baja altura, al interior de la cual estuvo enterrado el **Señor principal** de cada una de las ciudadelas. La mayoría de estas plataformas fue saqueada en los primeros años de la conquista española (1532).

La zona central está formada por un conjunto de 10 recintos amurallados (llamados "ciudadelas") y otras pirámides solitarias. Este conjunto central, cubre un área de unos 6 kilómetros cuadrados. El resto, está formado por una multitud de pequeñas edificaciones, veredas, canales, murallas y cementerios.

El **sector sur**, es en apariencia, un cercado libre de construcciones, pero que gracias a las excavaciones arqueológicas, se ha podido saber que allí existieron edificaciones hechas en materiales perecederos, que evidencian actividades domésticas.

Esta zona, fue el área de residencia, donde se ubicaron la cocina y los dormitorios. Seguramente por eso, es aquí donde se ubica el pozo de agua que abasteció del líquido elemento a todos los habitantes de la ciudadela.

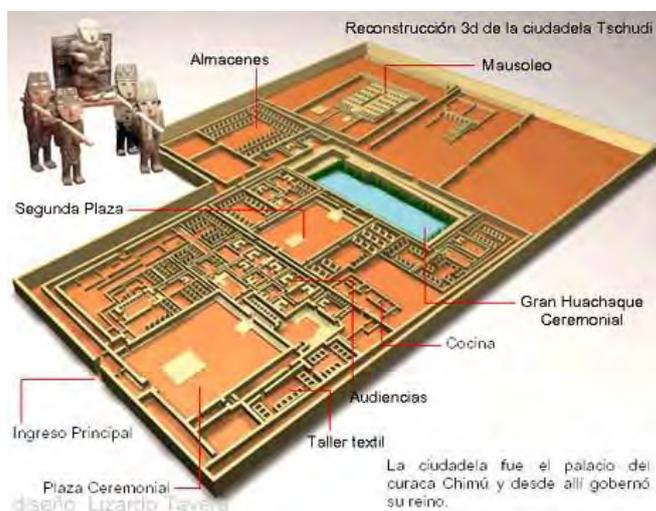


Figura N °22: Imagen en 3D de una ciudadela.
Fuente: Página Web de Arqueología del Perú

Los complejos arquitectónicos de la elite se ubican fuera de las ciudadelas. Son recintos construidos en adobe con paredes y esquinas rectas (planta ortogonal), que se encuentran en una gran variedad de formas y muy diferentes entre sí en cuanto al tamaño y calidad de sus construcciones. Sin embargo, comparten una constante: repiten algunas características propias de las ciudadelas, como son patios, audiencias, depósitos, pozos de agua, orientación y distribución interna.

Estos edificios no sirvieron únicamente como residencias, sino también a una vasta gama de actividades relacionadas con la administración.

Finalmente, como ya indicó, Chan chan se encuentra comprendido en la Unidad Ejecutora N° 110, por tanto sus partes o componentes se encuentran en restauración, por lo que mostramos la figura N° 23, que comprende esta actividad.



Figura N° 23: Ciudadela de Chan Chan en restauración.
Fuente: Página Web de Arqueología del Perú

2.1.2.3. Cultura Lambayeque: Sican

Esta cultura se constituye a partir de la decadencia de la Cultura Mochica, asimilando gran parte del conocimiento y tradiciones culturales de éstos.

La Cultura Lambayeque o Sican se desarrolló entre los siglos VIII - XIV d. C. Ocupó el territorio que hoy le corresponde a la Región de Lambayeque, llegando a extenderse por casi toda la actual Costa Peruana, en su período de mayor apogeo (Fase Intermedia 900-1100).

Ubicación.

La cultura Lambayeque, se posesionó sobre la cuenca del río Lambayeque, en el área de los poblados de Cinto, Túcume y Jayanca, dejando sentir su influencia, además, en la zona de Cajamarca, Piura y el valle de Moche. (Ver figura N ° 24).



Figura N ° 24.- Ubicación de cultura Lambayeque.

Fuente: <http://www.historiacultural.com/2010/03/cultura-lambayeque-sican.html>

Esta cultura destacó en arquitectura, orfebrería y también se considera que fueron grandes navegantes. Si los Mochicas asombraron con la belleza de sus joyas y la ingeniería hidráulica, los Lambayeque asombraron más con sus aleaciones, sus finos acabados y sus enormes sistemas de irrigación. Aunque no lograron el tamaño de los mochica, si fueron grandes seguidores de sus antecesores.

Recibió influencia de la cultura Huari y Tiahuanaco, que en aquel entonces gozaban de mucha fama. Lambayeque añadió a su herencia mochica los tesoros culturales de ambas civilizaciones. De la cultura mochica asimila la cerámica, utilizando el color crema, rayas

rojas, terminando con la tonalidad negra brillante, de igual manera, los Mochicas influyen en el uso del adobe en sus construcciones. Por su ubicación geográfica, también recibió influencia cultural de la civilización Cajamarca. Una cuarta influencia provino de los Chimú. Pese a que Lambayeque era un poco más antigua, ambos descendían de los Mochicas, sólo que Lambayeque surgió en el norte, mientras que Chimú, en el sur. Casi todo el desenvolvimiento de Lambayeque transcurrió paralelo al de Chimú y por ello hubo una influencia recíproca entre esas dos culturas.

Arquitectura

Los Lambayeque construyeron grandes complejos monumentales en donde residían los reyes-sacerdotes, se dirigía el culto religioso y se administraba la economía. Por el tamaño y la inexistencia de barrios populares, algunos estudiosos prefieren considerarlos centros ceremoniales y no ciudades (el pueblo vivía en su inmediaciones y sólo ingresaba para pagar tributos o adorar a los dioses).

Eran complejos llenos de pirámides, hechas de ladrillos de adobes, todas truncas (sin vértice ni punta, igual que los Mochicas), ver figura N ° 25.

La expresión monumental del uso del adobe, lo constituye Huaca Chotuna. Esta Huaca se encuentra a 6 Km. al sureste de la ciudad Lambayeque y se trata de una pirámide trunca de 100 m por lado y 15 de altura, a la que se subía por una rampa central. **(b)**

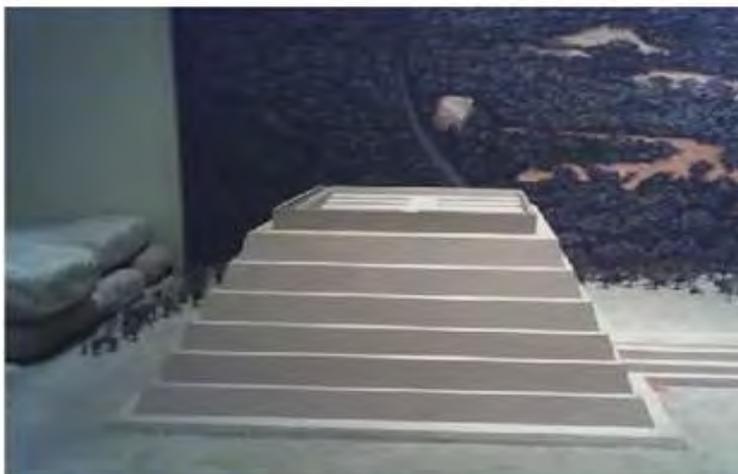


Figura N ° 25.- Pirámide truncada de Sicán.
Fuente: Cultura Sicán, pagina Web Historia del Perú.

Debido a las lluvias torrenciales, que caen en la zona de la sierra y que llegan hasta estos lugares, y a la acción de los inescrupulosos huaqueros, no se observa la verdadera majestuosidad arquitectónica que desarrollaron en aquel entonces. Como las construcciones son adobes, la lluvia los deteriora, lo que constituye una vulnerabilidad, ante la humedad.

La cultura Lambayeque tiene como restos arquitectónicos más sobresalientes a los complejos de: Huaca Chotuna, Santuario Histórico Bosque de Pómac o Batán Grande, Apurlec, Sipan o Huaca Rajada, y las Pirámides de Túcume.

2.1.2.3.1. Huaca Chotuna

La cultura Lambayeque o Sican, tiene zonas donde ha resaltado sus principales actividades, fundamentalmente el uso de la tierra para fabricar adobes y construir grandes pirámides.

La Huaca Chotuna, se encuentra en la parte sur oeste de la ciudad de Lambayeque, la importancia de este recinto radica en ser la presunta cuna de la cultura lambayecana; constituyéndose en la expresión sobresaliente de la construcción con adobes, siendo el monumento de forma piramidal de 15 m. de altura, y tendría decoraciones semejantes a la Huaca del Dragón.

A continuación, se puede observar la Huaca Chotuna, el museo de sitio, y la reconstrucción Hipotética. (c)



Figura N ° 26: Huaca Chotuna - Lambayeque
Fuente: <http://www.lambayeque.net/mail/>



Figura N ° 27: Museo de sitio, Huaca Chotuna
Fuente <http://www.google.com.pe/>



Figura N ° 28: Reconstrucción Hipotética de edificación en Huaca Chotuna

Fuente: <http://www.unidadejecutoranaylamp.gob.pe/proyectos.html>

2.1.2.3.2. Santuario Histórico Bosque de Pómac o Batán Grande

Se ubica en el Departamento de Lambayeque, Provincia de Ferreñafe, Distrito de Pitipo, cuenca baja del río La Leche. Antiguamente era denominado "Zona Reservada Batán Grande". Este Santuario alberga la más representativa cantidad de pirámides pre incaicas de Sudamérica. Entre los recursos culturales destacan: Sicán (Signam o Sian): casa o templo de la luna (traducción al castellano de la lengua muchik), el término Sicán fue registrado por primera vez en los tiempos de la colonia, y aludía o a una localidad o a grupos de templos antiguos situados en la actual ubicación del Santuario Histórico Bosque de Pómac.

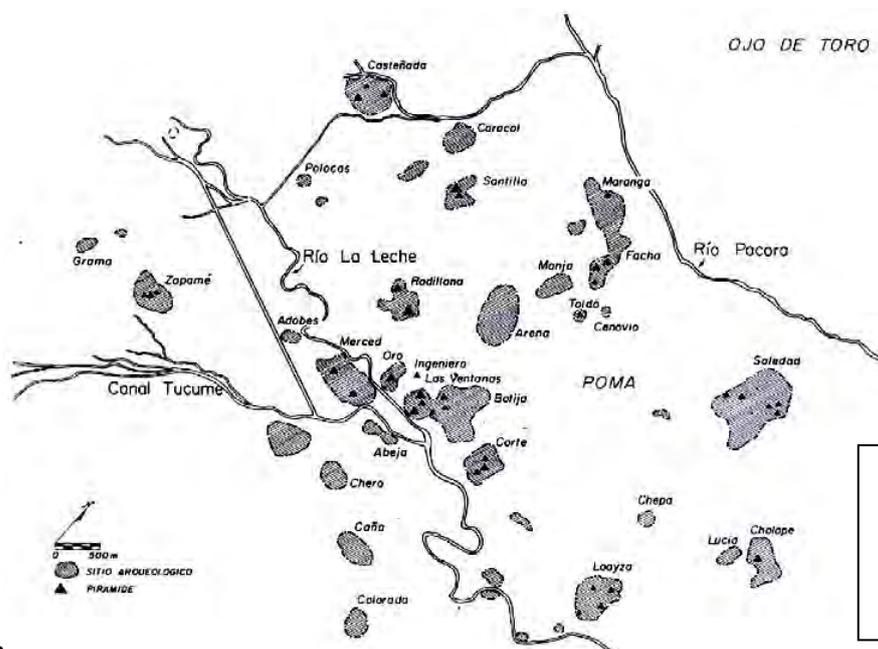


Figura N ° 29: Ubicación de las Huacas del Santuario Histórico Bosque de Pómac.

Fuente:
<http://www.unidadejecutoranaylamp.gob.pe/proyectos.html>

(c)

El complejo está conformado por un conjunto de más 20 pirámides de adobe y barro distribuidas en una superficie de 45 Km², altura superior a los 30 m. Entre sus principales pirámides tenemos: Botija, Colorada, Ingenieros, Huaca Loro (ó El Oro), Merced, Sontillo, Abejas, Ventanas, Rodillona, Facho, Cholote, Arena, Corte, entre otras; las cuáles sobresalen y se confunden entre el bosque. No sólo sirvió de lugar de culto religioso, donde acudían muchos peregrinos, por su prestigio como centro ceremonial, sino también de importante centro administrativo.

En la siguiente figura, se observa una de las huacas del Santuario Bosque de Pomac o Batan Grande.



Figura N ° 30.- Huaca la Merced

Fuente: <http://www.lambayeque.net/centros-arqueologicos/santuario-historico-bosque-de-pomac/>

2.1.2.3.3. Apurlec

Este complejo arqueológico monumental precolombino, está situado a unos 10 Km. al sur de Motupe. El conjunto arquitectónico está conformado por plataformas piramidales de adobe conectadas a plazas, recintos ceremoniales, y al más extenso y amplio sistema de tecnología hidráulica del área norte de la costa peruana, desarrollado por las culturas Lambayeque y Chimú. Estas construcciones, comunicadas con la amplia red de irrigación artificial de canales y campos de cultivo, configuran un impresionante centro de carácter ceremonial, administrativo y residencial de la región. Prestigiosos investigadores consideran que este conjunto monumental constituye una de las antiguas ciudades o centro urbano de élite como

Chan Chán y Túcume. Apurlec fue declarado Patrimonio Cultural de carácter intangible por el Instituto Nacional de Cultura-Lima y también fue inscrito por el Ministerio de Agricultura como Reserva Arqueológica. Este complejo, es el que más puede aproximarse a la categoría de ciudad; también es notable por sus pirámides y extensas calles, así como por sus canales y campos de cultivo en áreas anexas, lo cual indica que fue un importante centro de producción y distribución agrícola (más que ceremonial, productiva). (d)



Figura N ° 31: Restos arqueológicos complejo Apurlec
Fuente: <http://www.unidadejecutoranaylamp.gob.pe/proyectos.html>

2.1.2.3.4. Sipan o Huaca Rajada.

Denominado también como complejo arqueológico Huaca Rajada, ubicado a 35 kilómetros de Chiclayo, lugar donde se descubrió en 1987 los restos intactos de un dignatario de la jerarquía mochica - sacerdote guerrero.

Sipan, es parte de la cultura Lambayeque o Sican; el complejo arqueológico de Sipán está compuesto por una serie de edificaciones de adobe, donde destacan tres grandes componentes: dos estructuras monumentales y la plataforma funeraria. Estos representan dos modelos básicos denominados piramidal trunco y plataforma masiva.

El primer modelo sería el más antiguo y ha sufrido la mayor cantidad de remodelaciones; el segundo y más amplio en su fase culminante y sería posterior. (e)

Se tienen evidencias que todos los templos o santuarios estuvieron cuidadosamente enlucidos, pintados de color rojo, amarillo y decorados con relieves o policromías representando dioses, escenas míticas o ceremonias.

El Señor de Sipan fue un antiguo gobernante del siglo III, cuyo dominio abarcó una zona del norte del Perú. Fue descubierto en el año 1,987, y marcó un importante hito en la arqueología del continente americano porque, por primera vez, se halló intacto y sin huellas de saqueos, un entierro real de una civilización peruana anterior a los Incas.

El ataúd de cañas en que se encontró, fue el primero en su tipo que se haya descubierto en América, y su hallazgo reveló la magnificencia y majestuosidad del único gobernante y guerrero del antiguo Perú encontrado hasta la fecha de su descubrimiento, cuya vida transcurrió alrededor del año 250 de la era actual. (f)

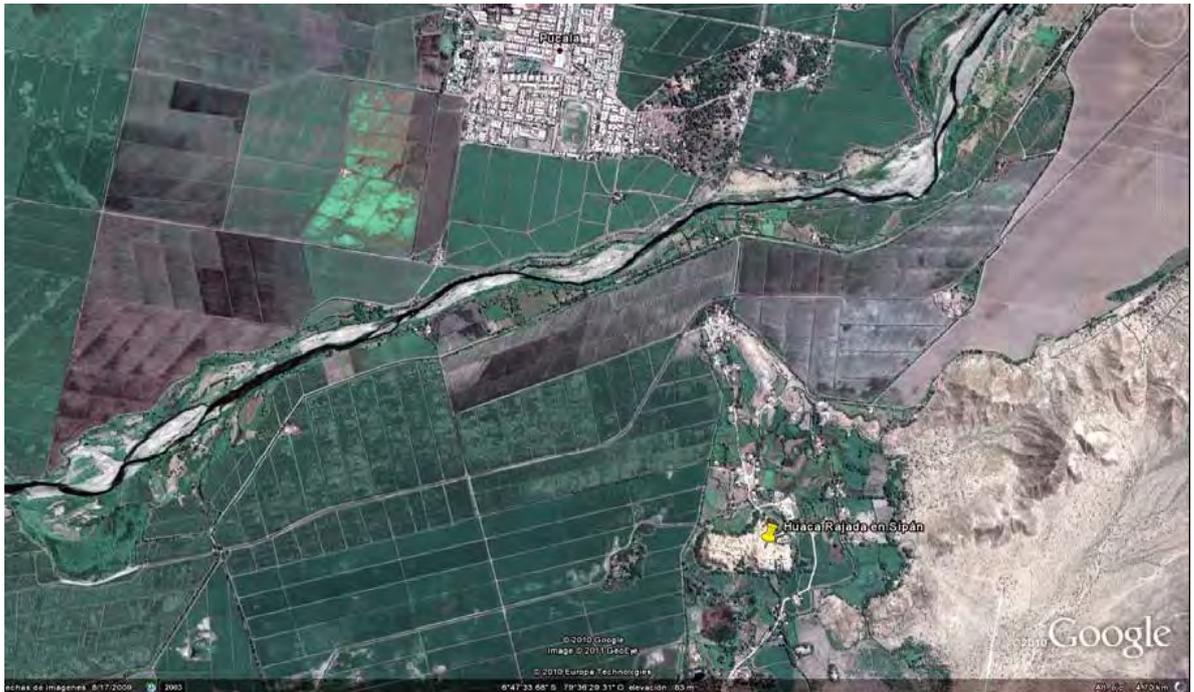


Fig. N ° 32: El Complejo arqueológico Sipán, visto desde el aire, en la parte superior, se observa la ciudad de Pucallá.



Fig. 33a: Reconstrucción hipotética de Sipán, en primer plano la plataforma funeraria, luego la pirámide ceremonial y atrás la pirámide administrativa.
Fuente: Alva y Donan, 1993

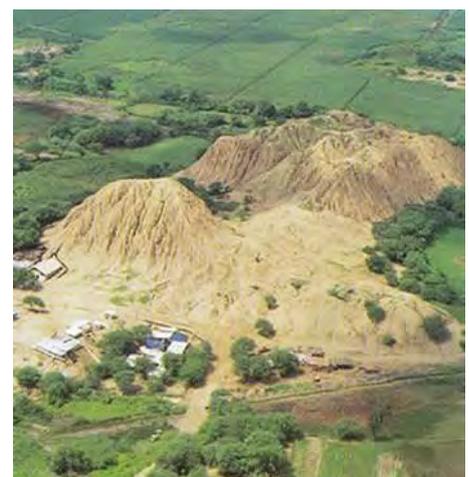


Figura 33b.-Vista actual del Complejo arqueológico Huaca Rajada.

Fuente:
<http://www.unidadejecutoranaylamp.gob.pe/proyectos.html>

El sitio Sipán está conformado por:

- Dos montículos tronco-piramidales, el mayor de ellos (de aproximadamente 140 m de lado y 30 m de alto, identificado como pirámide ceremonial) ubicado al oeste, y el otro (de unos 70 m de lado y 37 m de alto, identificado como pirámide administrativa) al centro del complejo. Las dos construcciones principales muestran una planta más o menos cuadrangular y se encuentran separadas por un espacio central de aproximadamente 60m a manera de patio o plaza. Hacia el norte, existe una serie de plataformas más bajas que los conecta, habrían funcionado como accesos. Sin embargo, estos sectores, no han sido totalmente estudiados.
- Una plataforma de menores dimensiones, ubicada al este, donde en 1987 se descubrió las tumbas reales por el equipo de arqueólogos dirigidos por Walter Alva. Ocupa un área de 130m x 50m, sobreelevada aproximadamente 8 m del terreno; pueden reconocerse dos niveles superiores emplazados sobre la sección Sur. Esta plataforma de planta rectangular se encontraba conectada a la pirámide adyacente; hoy, un camino vehicular las separa. Sus fines fueron funerarios, destinados a los personajes de la más alta élite mochica. Se ha informado que esta plataforma tuvo 6 superposiciones o fases arquitectónicas en la historia de la evolución del edificio. En su fase temprana, la plataforma se inicia como una estructura baja de planta rectangular, con dos largos escalonamientos que se desarrollaban hacia su lado norte, mientras que al sur se encontraba la parte más elevada de la misma. Al parecer esta fue una constante en todas las fases, donde siempre el sector sur de la plataforma mantuvo la mayor altura y la mayor elaboración arquitectónica; mientras que el lado norte siempre más bajo pudiera haber correspondido a los atrios conectados con rampas de acceso.

La arquitectura de la plataforma funeraria, estudiada arqueológicamente, presenta una conformación básica de dos tipos. Uno que corresponde a la estructuración de la plataforma en si y que está compuesta por paneles modulares de adobe, celdas y capas de relleno arquitectónico, pisos, enlucidos y cimentaciones. Y el otro, que corresponde a la habilitación funeraria y que está compuesta por materiales adicionados al espacio funerario previamente abierto para conformar paramentos, banquetas, enlucidos, soportes, techumbres y rellenos.

El sitio arqueológico consta de dos pirámides truncas, edificaciones en donde se hallaron juntas la Tumba del Señor de Sipan, la Tumba del Sacerdote y la del Viejo Señor de Sipan.(g)

En el hallazgo se encontró que la tumba del dignatario estaba acompañados de restos de un guerrero, un sacerdote, dos mujeres, un niño, una llama y un guardián con los pies amputados. Además de numerosas joyas de oro y plata.

A continuación, figura N ° 33c, que ilustra la tumba del Señor de Sipan; en la tumba predomina el adobe en la construcción. También las viviendas de aquel entonces eran de adobes. En la figura se puede visualizar que las vigas de madera que utilizaban para separar los compartimientos de los niveles, descansan sobre muros de adobes.



Figura N ° 33c: Se muestra la tumba del Señor de Sipan.
Fuente: Museo Tumbas reales de Sipan.

Son muchos los misterios que rodean a la cultura MOCHE, de la que data este tesoro y se sitúa según primeros cálculos entre el siglo III y VIII d. C. y que supuestamente habitaba la costa, entre el Río Lambayeque en el Norte y el Río Casma en el Sur del Perú.

Hasta el momento, se estima que los Moche era un pueblo de unos 50000 campesinos, artesanos y guerrilleros que contaban con un sistema de riego altamente desarrollado.

De repente, alrededor del siglo VIII esta cultura desapareció dejando nada más que gigantescas pirámides de barro, que al parecer servían para rendir culto a sus muertos, como a este Rey Mochica, que fue sepultado con todos los honores como lo demuestran sus sofisticadas y costosas vestimentas, colmadas de perlas.

2.1.2.3.5 Pirámides de Túcume

Las Pirámides de Túcume, es parte de la cultura Lambayeque, Capital durante la etapa Sicán Tardío, al igual que en el caso anterior, cumplió una importante función administrativa, aparte de la religiosa. Se encuentra a 10 Km. al sur- oeste de Batán Grande, en un lugar estratégico, por estar ubicado en la confluencia de dos ríos, Lambayeque y La Leche, que influyen decisivamente en la economía agrícola de la zona. (h)

Las pirámides de Túcume son notables por su extraordinario tamaño: según los investigadores, más de 130 millones de ladrillos de barro (Adobes) secados al sol fueron necesarios para construir la más grande de 450 m de largo, 100 m de ancho y 40 m de altura. A diferencia de las de Egipto, las pirámides de América del Sur y Central no poseían puntas, pero sí grandes plataformas donde se situaban los templos.

En la siguiente figura N° 34, se muestra las pirámides de adobes de Túcume.



Figura N° 34. - Vista de las pirámides de adobes de Túcume.
Fuente: <http://www.unidadejecutoranaylamp.gob.pe/proyectos.html>

Las pirámides tenían peldaños, según las leyendas, cada peldaño representaba una fase de desarrollo en la vida humana, la cual tenía que ser disfrutada plena e integralmente. La subida era penosa y al llegar a la cima, se lograba un espíritu elevado y la ceremonia en aquel tiempo era un acontecimiento festivo en la vida de aquellos seres humanos.

Túcume se encuentra en la llanura costera del norte del Perú (Lambayeque), privada de lluvias por la elevada cordillera de los Andes salvo los años de ocurrencia del Fenómeno “El Niño”, donde la abundancia y la brutalidad de las precipitaciones pueden destruir un pueblo

entero como fue el caso del actual Túcume Viejo, abandonado por sus habitantes en el siglo XVI a consecuencia de un destructor Fenómeno de "El Niño".

Túcume se inició durante el período clásico de la cultura Sicán, convirtiéndose en el más importante centro urbano de la región. Por ello, los conquistadores Chimú e Inca lo escogieron como centro de su poder político administrativo.

Al igual que los demás conjuntos monumentales Chimú o mochica y junto con Batan Grande, Túcume fue relacionado por los arqueólogos con los grandes sistemas hidráulicos y los centros de poder político y religioso de la región. (h1)

A continuación, se presenta un sector de las pirámides de Túcume, donde la acción de las precipitaciones pluviales, más aún el Fenómeno de "El Niño", han deteriorado la parte superficial de las construcciones, razón por la cual no se aprecia los adobes utilizados en las edificaciones.



Figura N ° 35.- Pirámides de Túcume, erosionado por lluvias y el tiempo.
Fuente: <http://www.unidadejecutoranaylamp.gob.pe/proyectos.html>



Figura N ° 36: Vista de la ubicación del Complejo Arqueológico de Túcume.
A la izquierda la ciudad actual de Túcume, a la derecha el complejo
arqueológico del mismo nombre. Fuente: GOOGLE.

2.1.2.4. Construcciones con Tierra en la Etapa Colonial, Republicana y Contemporánea.

a) Construcciones con tierra en la Etapa Colonial

La etapa colonial comienza en el año 1542, fecha en la que formalmente el monarca Carlos V, decretó la prescripción del Virreinato del Perú; durante los primeros años de asentamiento español, surgirán numerosos enfrentamientos entre los socios de la conquista que culminarán con la muerte de Diego de Almagro primero y de Francisco Pizarro después. El período colonial termina en el año de 1821, cuando será proclamada la independencia del Perú, por el general argentino Don José de San Martín.

Durante la etapa colonial y comienzos de época republicana, la construcción con adobe en la región norte del Perú, constituyó el principal sistema constructivo de palacios, recintos religiosos, viviendas populares, que aún se encuentran funcionando como tales, venciendo las inclemencias del tiempo y movimientos sísmicos sin sufrir daños de consideración.

Los españoles, tan luego llegaron al Perú, comenzaron a levantar tempranamente bóvedas y cúpulas con piedra y ladrillo, según su experiencia constructiva.

“Estas estructuras, si bien estáticamente eran estables, poseían un comportamiento dinámico riesgoso durante los sismos, cuando por el desacomodo de sus elementos la transmisión de cargas dejaba de ser sólo a compresión apareciendo tensiones que los materiales no podían

soportar provocando su colapso”. En la reconstrucción de los edificios los arquitectos buscaron mejoras técnicas para garantizar la estabilidad de sus construcciones, volviendo a utilizar las bóvedas góticas de crucería sin que dieran buenos resultados.

Importante paso en el desarrollo de estructuras antisísmicas, fue la construcción del primer nivel de los edificios con adobe; dejando para los niveles superiores el uso de telares de caña y tierra (quincha). Como la fuerza de actuación de un sismo es proporcional al peso de la estructura, la utilización de un material más ligero y sobre todo flexible permitió edificar en altura sin menoscabar la estabilidad de los muros de base.

Como las construcciones de templos que planificaron, eran amplios, por tal razón colapsaron ante la acción sísmica; optaron por reducir el ancho de la construcción, tácitamente las cúpulas, también se redujeron; y dieron solución al problema de la cubierta de los templos, al adaptar el sistema de la quincha al diseño de bóvedas y cúpulas. (12).

A continuación, se puede observar la estructura de la cúpula de los templos de aquel entonces.

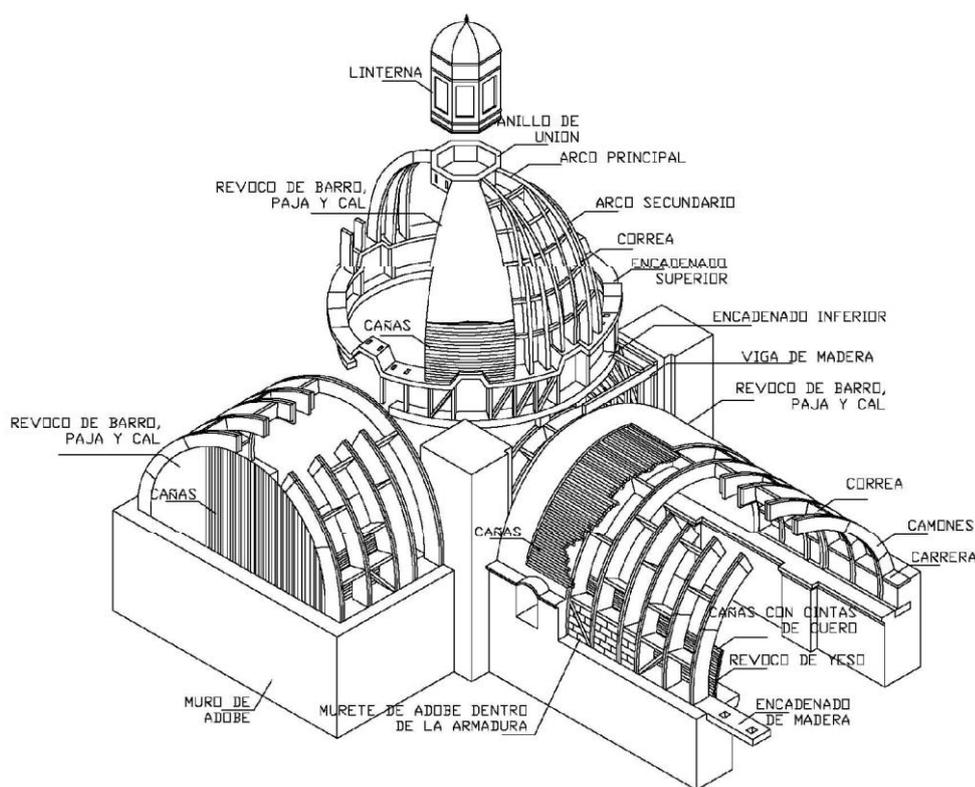


Figura N° 37.- Muestra detalle constructivo de una bóveda y cúpula de quincha.

Fuente: La arquitectura en el Virreinato y la Arquitectura. , García. Bryce, José.

Sin embargo, son pocos los ejemplos de arquitectura del siglo XVI. Algunas casas-patio de Lima y Cuzco, y ciertas iglesias en provincia son la única muestra de las construcciones de aquella época. Del siglo XVI destacan la casa de Jerónimo de Aliaga en Lima, La Merced en Ayacucho, la Iglesia de San Jerónimo en Cuzco y la Asunción en Juliaca, Puno.

La construcción durante el virreinato del Perú, se desarrolló bajo la influencia de las corrientes artísticas traídas de Europa, y que se vieron plasmadas en las edificaciones de iglesias, conventos, suntuosas residencias y palacios señoriales, cuyas construcciones presentaban las siguientes características:

- Tuvo influencia española y francesa.
- La marcada majestuosidad, belleza y solidez de las construcciones
- El uso de la bóveda, arco en las entradas y la columna.

Emplearon diversos materiales en la construcción como:

- a) Piedra en los lugares donde abundaba, aplicados principalmente en los frontis de las iglesias, conventos de la sierra y algunos de la costa.
- b) Ladrillos en los lugares que no existía piedra, y en los cuales se requería el uso de materiales fuertes y resistentes para las edificaciones.
- c) El uso del adobe en las construcciones realizadas en la costa, barro para las uniones, cañas y yeso para los estucados, etc.

Las edificaciones que ejecutaron, se orientaron a los siguientes tipos de construcciones:

- a) Edificaciones de carácter religioso, en templos, conventos, beaterios, etc.
- b) Edificaciones de carácter civil, como las grandes residencias solariegas, palacetes, etc.
- c) Edificaciones de carácter militar, como murallas, cuarteles, fortalezas como la del Real Felipe del Callao, etc.

Criterios empleados en la construcción colonial

- Secuencia de menor a mayor respecto a ligereza y elasticidad (de abajo hacia arriba).
- Los materiales más pesados y estructurados en forma más compacta ocupaban los niveles bajos de las edificaciones: Cimientos, muros de adobe o de ladrillo.

- Uso de la quincha, menor dimensionamiento de las secciones de albañilería, y ubicación de otros elementos con materiales livianos (balcones, teatinas, etc.): en las partes altas de los edificios.(46)

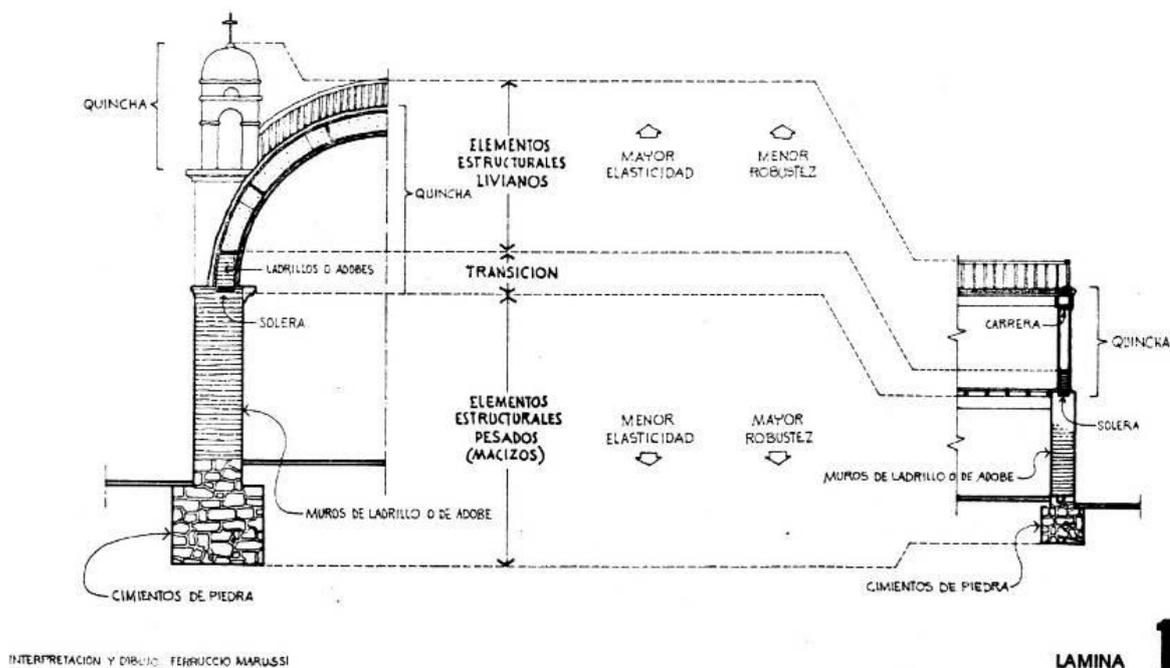


Figura N ° 38.- Interpretación de los criterios constructivos, materiales y maneras de uso de los mismos en la Arquitectura monumental y doméstica en la Etapa Colonial.

Fuente: F, Marussi, 1986

Las construcciones en la etapa colonial, tuvieron los siguientes estilos:

a) El Estilo Renacentista.- Estilo que dominaba Europa cuando se produjo la llegada de los españoles al Perú, siendo de gran influencia los siglos XVI y XVII, siguiendo los lineamientos del Renacimiento italiano, mezcla de las expresiones greco-romanos.

b) El Estilo Barroco.- Importado al Perú, dominando su estilo los siglos XVII y XVIII, se caracterizaba por su recargada ornamentación pero con una belleza deslumbrante, por tales características se empleó en palacios con profusión de columnas y cornisas, como se puede observar en algunas fachadas de iglesias y altares. Como muestra de este estilo está el Palacio de Torre Tagle, sede del Ministerio de Relaciones Exteriores; en la portada de la

Iglesia de San Francisco en Lima, y muchas casonas de Trujillo, Cuzco, Huamanga y Arequipa



Figura N ° 39: Patio del Palacio de Torre Tagle, una casona virreinal de estilo Barroco en la ciudad de Lima
Fuente: La arquitectura en el Virreinato y la Republica, García. Bryce, José

c) El Estilo Churrigueresco, es el mismo estilo barroco, pero más rico en adornos, más complicados y caprichosos. Esta denominación proviene del arquitecto español José Churrigera que fue su máximo representante y quien implantó este estilo. Se caracterizó por las columnas retorcidas ondulantes, llamadas salomónicas; por el recargo de adornos apiñados unos a otros con expresiones de flores, frutos, bustos, caras de ángeles, adornos heráldicos etc. Las iglesias y los conventos, tienen fachadas y altares de estilo barroco y churrigueresco, entre ellas se tiene; la Catedral de Trujillo, el Templo del Carmen, el Templo San Francisco; entre otros.



Figura N °40. Catedral de Trujillo, estilo colonial Barroco.
Fuente: fotosdeculturas.blogspot.com/2012_05_01_archive...

d) El Estilo Rococó, de influencia francesa, surgió en el siglo XVIII cuando ocuparon el trono de España la familia de los Borbones, perdurando en el Perú hasta fines del mismo siglo. Este estilo se caracterizaba por su ornamentación moderada; por sus líneas esbeltas y ondulantes. Este estilo se utilizó mucho en casonas, en palacios, como figura saltante tenemos la Iglesia de las Nazarenas en Lima entre muchos otros.



Figura N° 41.- Muestra balcones de Lima, que representa el estilo Rococó.
Fuente: La arquitectura en el Virreinato y la Republica, García. Bryce, José.

e) El Estilo Neoclásico, estilo inspirado en los modelos de la Grecia clásica y del esplendor de Roma, que hicieron renacer los capiteles de tipo corintio y columnas romanas de sobrio aspecto. Fue introducido a fines del siglo XVIII y principios del XIX, se caracterizó por el retorno del empleo de las columnas greco-romanas y la carencia de ornamentación. Están los retablos de la Catedral de Lima y los de la iglesia de San Francisco.

Al final de la etapa Colonial, y comienzos de la etapa Republicana, la vivienda tuvo una fuerte influencia peninsular, especialmente andaluza. Fueron casas de uno o dos pisos, con un zaguán en el ingreso. Las casas de dos pisos tuvieron usualmente un balcón cerrado por donde se podía observar la calle. La arquitectura heredada del virreinato actualiza sus programas, técnicas y estilos, por ejemplo, la arquitectura doméstica en Arequipa y Moquegua, en Lima el balcón asume una nueva función y dimensión.

La experiencia adquirida durante todo el siglo XVI llevó al uso del adobe como material predominante para la construcción de los muros tanto en la arquitectura habitacional como en la religiosa, el cual fue fácil de obtener, inicialmente se tomó de los restos de la arquitectura prehispánica y luego fue elaborado con tierra del lugar. En la siguiente figura, se observa los materiales y el sistema constructivo de vivienda costeña durante el virreinato. (46)

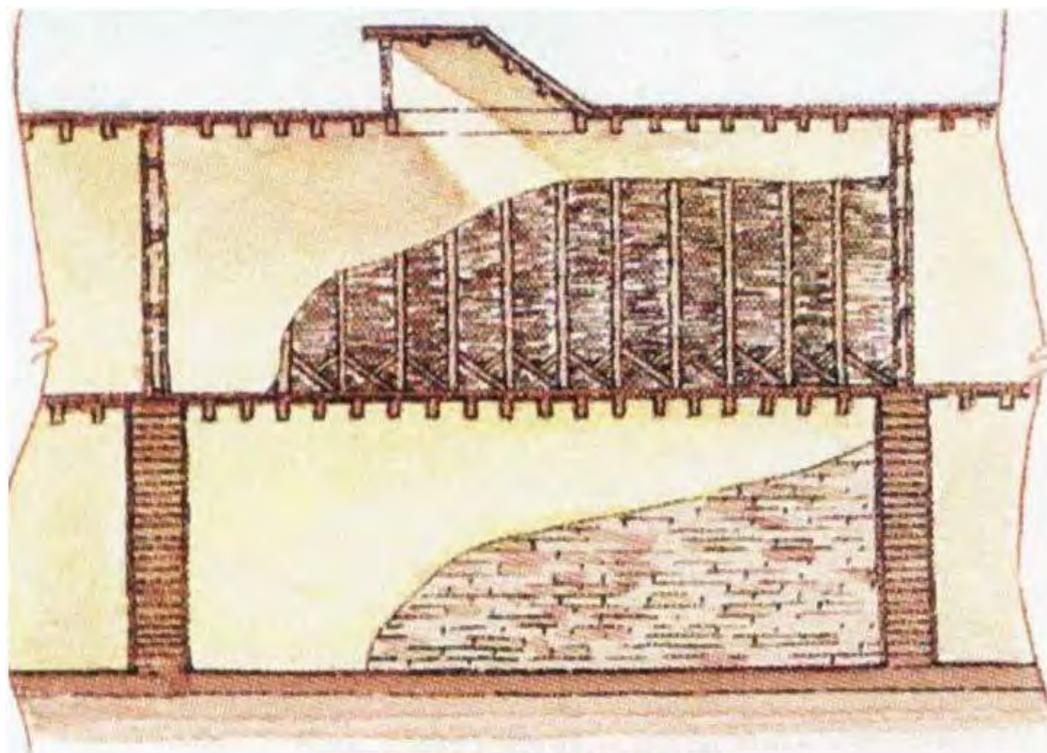


Figura N ° 42: Nótese la distribución de los distintos tipos de materiales y sistemas constructivos en una vivienda costeña típica del virreinato peruano. Adobe en el primer piso y quincha en el segundo piso. Entrepisos de madera e iluminación cenital por teatinas. Gráfico tomado de Lima Virreinal. Publicación del
Fuente: Diario La República.

Persisten los materiales tradicionales: el adobe, la quincha, se potencia enormemente el uso de la madera que además de la función estructural tendrá presencia en el acabado de las fachadas. Empiezan a aparecer nuevos materiales: piedra, ladrillo, fierro, coberturas plegadas. (12).

b) Construcciones de Tierra en la Etapa Republicana

Proclamada la independencia del Perú en 1821 por el general don José de San Martín, el Perú se convirtió en la flamante República, siendo Lima capital y sede del nuevo gobierno.

A partir de 1,821 hasta 1,920, se denomina Primera República, cuyas construcciones se verá a continuación.

En esta etapa, se afirma el proceso de europeización que sumado al fortalecimiento del Estado y el perfil agroexportador, demandan la edificación de inéditos edificios públicos: Palacio Legislativo, Edificio para correos, la estación ferroviaria y otros; y en los privados: El banco, La fábrica, El teatro, etc.

En cuanto a la vivienda en la región norte del Perú, la expansión urbana da respuesta a diversas clases sociales: tipo mixto tradicional, o de importación para la vivienda obrera, y popular (callejones). A nivel de la morfología urbana, el cambio fundamental, en este periodo, se producirá en la forma y tamaño de las manzanas y los lotes.

Ya desde fines del siglo XIX se empezó a prohibir la construcción de los balcones de cajón, y luego los materiales tradicionales (adobe, quincha), por la difusión de la peste bubónica. Esto atentó abiertamente contra la presencia de las formas tradicionales. (8).

Inmerso en el mercado internacional de manufacturas, se consolida la importación de insumos para la construcción, la adopción de patrones tecnológicos internacionales, formas capitalistas de producción en la construcción, aparecen las primeras empresas constructoras.

A inicios de siglo, se introduce la construcción integral en ladrillo y la albañilería confinada con concreto armado, vigas, columnas y losas. Aparecen nuevos materiales para los acabados: Losetas, mármol, cerámicas, etc., que desplazaron la madera.

Los primeros años de la historia republicana peruana se caracterizaron por el constante enfrentamiento entre caudillos militares, que tenían como objetivo gobernar el país y para lo cual intentaban tomar la sede de gobierno.

Lima, fue construida teniendo como modelo la cuadrícula, modelo que se preserva hasta hoy y que se conoce como el "Damero de Pizarro". Desde el punto de vista urbanístico, el constante crecimiento que experimentó la ciudad dio lugar a un fenómeno de modernización. En 1862 se dio inicio al proceso de cambio en la nomenclatura urbana de la ciudad y en 1868, por disposición del Presidente José Balta, se dispuso la demolición de las murallas que la circundaban, dando paso a las primeras grandes avenidas. Este cambio o modernización se vio detenida por la Guerra del Pacífico.

Luego del conflicto, Lima inició un proceso de reconstrucción, pero se vio limitada por conflictos internos entre Andrés Avelino Cáceres y Nicolás de Pierola. En los últimos años del siglo XIX, Pierola asume el poder e inicia intensa reconstrucción de Lima, que va hasta las remodelaciones que Augusto B. Leguía realizó, como preparación para el centenario de la independencia en 1921.

En esta parte, someramente, se verá el comportamiento de la era republicana desde 1,920 a 1,960; que también se denomina época republicana moderna. En esa era, es decir, a comienzos del siglo XX se inició la construcción de avenidas que sirvieran como una matriz para el desarrollo de la ciudad. Se tendieron las avenidas Paseo de la República, Avenida Leguía (hoy llamada Arequipa), Avenida Brasil y Avenida Salaverry que se dirigían hacia el sur y las avenidas Venezuela y Colonial hacia el oeste uniéndose con el puerto del Callao.

En la etapa republicana, las viviendas en la costa del Perú fueron construidas de adobe, y posteriormente se introduce el ladrillo; mientras que en la sierra fueron de piedra y luego de "quincha". En esta etapa se acrecienta el uso del ladrillo, cemento, concreto y otros, pero en forma especial para la obra pública.

Aparece del equipamiento urbano: el comedor popular, la posta, la escuela, el mercado etc. vinculado al proceso de democratización de la sociedad.

El ferrocarril será reemplazado por el automotor y se privilegiará la construcción de vías terrestres.

Procesos de expansión y cambio en las principales ciudades: Arequipa, Trujillo, Piura y Cuzco. En este periodo, los nuevos materiales: cemento, concreto, fierro, vidrio, cuarzo, losetas, tenderán a generalizarse en la Lima urbana. Fuera de Lima, la modernidad se hace presente sólo a través de la obra pública proyectada en las oficinas sectoriales ubicadas en la capital. (10).

A inicios del siglo XX, como resultado del proceso de modernización, Lima tuvo un crecimiento vegetativo sostenido que para el año 1,930, había duplicado su población. Este crecimiento, en parte, se debió a un proceso migratorio del campo a la ciudad; "dos terceras partes del crecimiento urbano de las décadas del 40 y 50 se explican por las migraciones internas, registradas en el censo de 1,961, que arrojó que casi la mitad de la población limeña (1'800,000 habitantes) había nacido en provincias".

En la ciudad se tiene servicios como agua potable, luz eléctrica, alcantarillado, Centro de salud, Centros educativos equipados etc.; además hay fuente de trabajo que le permite al habitante tener cierta comodidad y confort.

Por estas consideraciones, el poblador de la zona rural decide trasladarse a la ciudad, en búsqueda de satisfacer sus necesidades fundamentales, vivienda y trabajo

La afluencia migratoria hacia las grandes ciudades, incapaces de acoger la masa población, genera problemas económicos, como el desempleo y la ocupación espontánea de tierras por una población económicamente excluida.

Este fenómeno afecta forzosamente la estructura urbana de la ciudad, que se torna progresivamente desordenada e incluso caótica.

El Perú actual es un país predominantemente urbano, debido al fuerte proceso de migración del campo a la ciudad. Las ciudades de Lima y Callao concentran 25% de la población nacional y 40% de la población urbana del país.

La problemática de la vivienda en cada una de las ciudades importantes es diferente y, por lo tanto, requiere de estrategias diferenciadas para abordarla. Aunque la información oficial no consigna de manera completa y actualizada la realidad del país, podemos concluir que la vivienda informal representa un alto porcentaje del inventario habitacional del Perú.

En la década del 30, la demanda de vivienda de los sectores con menores ingresos de Lima fue satisfecha fundamentalmente por el sector privado, a través de construcciones de: callejones o quintas, realizadas en los barrios menos privilegiados de Lima con la finalidad de alquilarlas.

Uno de los primeros esfuerzos en materia de vivienda ocurrió durante el gobierno de José Luis Bustamante y Rivero (1945-1948), cuando se creó la Corporación Nacional de Vivienda (CNV), cuyo objetivo era construir conjuntos multifamiliares, para beneficiar a los trabajadores de los segmentos pobres. Si bien su labor no fue mala, resultó insuficiente y principalmente tuvo éxito en los segmentos medio y asalariado. (i)

El siguiente gobierno, del general Manuel Odría, otorgó una serie de concesiones a los pobladores de las barriadas, pero con objetivo netamente político.

Este régimen fue relativamente permisivo con las invasiones, pero al mismo tiempo continuó con la construcción de unidades vecinales.

Durante el gobierno de Manuel Prado, hubo un primer intento por legislar sobre el proceso de la urbanización de las barriadas a través de la Ley N ° 13517; según algunos expertos, dicha norma fue muy complicada y difícil de cumplir. De cualquier modo, lo importante fue que por primera vez se reconocía la existencia de las barriadas y los derechos adquiridos por sus ocupantes.

c) Construcciones de vivienda económica en la Etapa Contemporánea.

En esta parte, someramente, se verá el comportamiento de la era republicana desde 1,960 a la actualidad, etapa denominada contemporánea.

En 1968 se produce el Golpe de Estado militar de nuevo tipo, nacionalista y populista, que introduce el "Capitalismo de Estado".

El desarrollo de la informalidad en la ciudad empieza a ser un fenómeno nacional, estimulado a fines del periodo por el fracaso de la reforma agraria en el campo.

Para contemplar el problema de la vivienda y su solución, crean o implementan PREVI (Proyecto Experimental de Vivienda); este proyecto tuvo a cargo el Programa Piloto de Cayalti que se analizará más adelante.

Así mismo, se crea el INC (Instituto Nacional de Cultura), para conservar el patrimonio cultural y Monumental; CRYRZA en la zona Norte (Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada por el Terremoto del 31 de Mayo de 1,970), y el Plan COPESCO en el sur. CRYRZA dio algunas pautas para la construcción con adobes; el Ministerio de Vivienda, con su organismo PREVI, en coordinación con AID, Universidad Nacional de Ingeniería, Pontificia Universidad La Católica, implementa un Programa Piloto para construir viviendas con Bloques estabilizados (COBE) en la cooperativa Cayalti, que será tratado con detalle en el capítulo IV.

De este período, corresponde las edificaciones emblemáticas de algunos Ministerios y de Empresas Públicas, destacándose, el complejo del Ministerio de Agricultura, Ministerio de Guerra, PETROPERU; estas edificaciones tuvieron como principal característica el desarrollo de la tecnología del concreto, el muro cortina en vidrio templado, y estructura de aluminio de color.

La creación del Ministerio de Vivienda refleja la intención de planificar lo urbano, una labor no del todo nueva, pero que empieza a verse como cuestión de Estado. La migración de los pueblos del interior del país a la capital, genera e incrementa déficit de la vivienda en nuestro territorio, haciendo que los usuarios invadan terrenos aledaños a la ciudad, y utilizando diversos materiales construye su hábitat o vivienda, emplean en forma masiva el adobe en los terrenos invadidos, sin considerar las pautas existentes al respecto.

En la década del 70 al 80, no existió una política de vivienda definida, los organismos del estado se dedican a afianzar y validar las invasiones, pero estos asentamientos humanos no contaban con los servicios mínimos requeridos para ser habitables.

Otro factor importante que explica el predominio de las barriadas, sobre las formas «tradicionales» de alojamiento de los sectores populares, es que estas últimas no podían solucionar el principal problema de entonces: la urgencia de alojar a muchas familias en poco tiempo. A diferencia de los barrios pobres de alquiler, donde primero hay que identificar las viviendas, las barriadas aparecieron como verdaderos campamentos urbanos que alojaban de manera masiva y rápida a cantidades cada vez más crecientes de personas y familias pobres recientemente llegadas a la ciudad. En vez de viviendas, las barriadas proporcionaban a quienes lo necesitaban espacios aún más precarios que los tugurios. Pero lo hicieron con rapidez. Así, frente a la pobre política habitacional, que no ofrecía suficientes alternativas, los migrantes, lejos de conformarse, empezaron a generar distintos tipos de espacios habitacionales a partir de sus propias reglas.

En nuestro país, hasta la actualidad, no se ha solucionado, en forma definitiva la ocupación de los terrenos adyacentes en las grandes ciudades; por que subsiste el problema o surgen otros asentamientos nuevos, por déficit de vivienda que existe.

Para intentar dar solución, a través de los diferentes gobiernos, se han creado una serie de organismos: Consejo Nacional de Vivienda, Instituto Nacional de Vivienda, Junta Nacional de Vivienda, Sinamos, Ministerio de Vivienda y dentro de este otros organismos públicos como ENACE (Empresa Nacional de Edificaciones), que durante más de una década se encargó de implementar, dirigir y ejecutar la construcción de programas de vivienda en los sectores pobres de las ciudades mas importantes de la región, este programa puso especial énfasis al sistema constructivo convencional (Aporticado, muros de ladrillo y techo aligerado) y buscó sobre todo la participación de los beneficiarios en tareas de autoconstrucción para reducir los costos de un Modulo de vivienda, considerando para ello el área mínima promedio de 36 m² (Créditos Supervisados), para lograr este objetivo el Estado tomó como recurso inmediato al Fondo Nacional de Vivienda (FONAVI), esta modalidad tiene su fin cuando Enace, como empresa estatal deja de funcionar para dar pase a la actual promoción del gobierno, sobre la base del Programa MI VIVIENDA, que fomenta bajo una nueva cartera de posibilidades (Techo Propio, Construcción en sitio Propio, Mi Barrio, etc.), algún beneficio o bono del Estado.

Lamentablemente, estos programas nunca fueron contemplados para solucionar la fuerte demanda de vivienda que involucre en forma masiva el adobe.

En los asentamientos humanos antes indicados, el material que tiene a la mano el poblador es el “suelo”, para elaborar el adobe, pero que lo usa sin tomar las disposiciones técnicas que existen al respecto.

Además las construcciones de vivienda con adobe, constituye en nuestro medio, una alternativa simple y económica, para satisfacer la necesidad de vivienda de las poblaciones más pobres del Perú.

Como se ha construido viviendas con adobes a través de la historia hasta nuestros días, para cuantificar en porcentaje, ese tipo de viviendas en las últimas décadas, recurrimos a los Censos Nacionales de Población y Vivienda de 1,993 y 2007, ejecutado por INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática).

En el gráfico, que a continuación, se muestra, el INEI indica los materiales empleados, en la construcción de viviendas y los porcentajes respectivos, Censo Nacional de Población y Vivienda del año 1,993. El 36% de viviendas construidas con ladrillo o cemento; el 43% de adobe; 7% de madera, 5% de quincha y 9%e otros materiales. De los resultados indicados, el porcentaje de viviendas construidas con adobes era superior a los de ladrillo o cemento, en el año 1993.

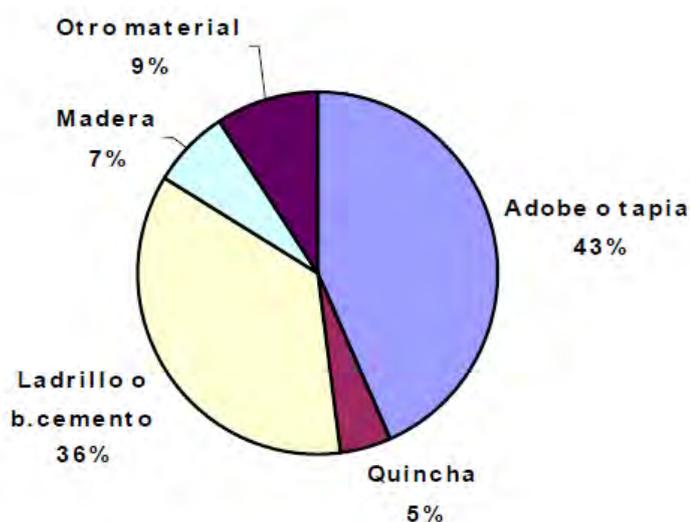


Figura N ° 43.- Porcentaje de viviendas según los materiales predominantes en las paredes.
Fuente: INEI: Censo Nacional de Población y Vivienda, 1993.

En el siguiente cuadro N ° 01, INEI, proporciona cifras de viviendas, según material predominante en las paredes, CENSO NACIONAL DE POBLACION Y VIVIENDA DE 1,993 Y 2,007. Viviendas construidas con ladrillo o bloque de cemento en 1,993, representaba 35.7%, para el año 2,007, se ha incrementado a 46.7%; en el caso de las viviendas construidas con adobe o tapia, en el año 1,993 era de 43.3%, para el año 2,007 ha disminuido a 34.8%, pero todavía es significativo; también proporciona otros valores para otro tipo de materiales.

PERÚ: VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, SEGÚN MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES, 1993 Y 2007.

Material predominante en las paredes exteriores	1993		2007		Incremento intercensal		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Total	4 427 517	100,0	6 400 131	100,0	1 972 614	44,6	140 901	2,6
Ladrillo o bloque de cemento	1 581 355	35,7	2 991 627	46,7	1 410 272	89,2	100 734	4,6
Adobe o tapia	1 917 885	43,3	2 229 715	34,8	311 830	16,3	22 274	1,1
Madera	310 379	7,0	617 742	9,7	307 363	99,0	21 955	4,9
Quincha	207 543	4,7	183 862	2,9	-23 681	-11,4	-1 692	-0,8
Estera	148 029	3,3	144 511	2,3	-3 518	-2,4	-251	-0,2
Piedra con barro	136 964	3,1	106 823	1,7	-30 141	-22,0	-2 153	-1,7
Piedra, sillar con cal o cemento	54 247	1,2	33 939	0,5	-20 308	-37,4	-1 451	-3,2
Otro material	71 115	1,6	91 912	1,4	20 797	29,2	1 486	1,8

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.

Cuadro N ° 01.- Porcentaje de viviendas según material predominantes en las paredes exteriores (INEI 1993 y 2007).

Fuente: INEI. Censos Nacionales de Población y Vivienda. 1993 y 2007.

Las construcciones a base de adobes se originaron en la época pre-hispánica, y continuaron con influencia en la colonización española. En cada región varía el clima, la ubicación geográfica y la actividad económica, y en función de estas características se genera diferentes tecnologías constructivas con adobe. (16).

Las diferentes tecnologías constructivas con tierra o adobe se diferencian entre sí por las características estructurales, arquitectónicas y los materiales empleados para la elaboración del adobe.

Una de las características esenciales del adobe es su bajo costo, por que la materia prima, la tierra, es obtenida, por lo general, de canteras cercanas a la edificación. Los principales factores de riesgo, en las construcciones con adobe, son los movimientos sísmicos y las inundaciones.

La construcción de viviendas de adobes de dos pisos, es propio de la época colonial, que aplica las experiencias traídas de España; este tipo de construcciones continúa en la etapa

republicana, construyéndose la primera planta con adobe y la segunda planta con quincha, para amenguar los efectos de los sismos; este tipo de construcciones tienen más de 200 años. En la actualidad la mayoría de viviendas que se ubican alrededor del centro urbano de las principales ciudades, como Lambayeque, Trujillo, Cuzco, Ayacucho y otras, son construcciones con antigüedad menor de 50 años. Las viviendas de adobe de dos pisos tienen plantas de forma rectangular, en forma de C o L, presentando en la parte interior a un pequeño patio o área libre como se puede observar en las siguientes figuras. (16).



Figura N° 44.- Vivienda planta en forma de C, vista interior.
Fuente: Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú. ,
Gutiérrez. Aliaga, L., Manco. Olivera., M.

En la siguiente figura, se muestra la planta del segundo nivel, donde aparecen los dormitorios o ambientes íntimos, en forma independiente; y la comunicación es mediante un pasadizo, y que se accede a éste, mediante una escalera ubicada en la parte interna o externa.

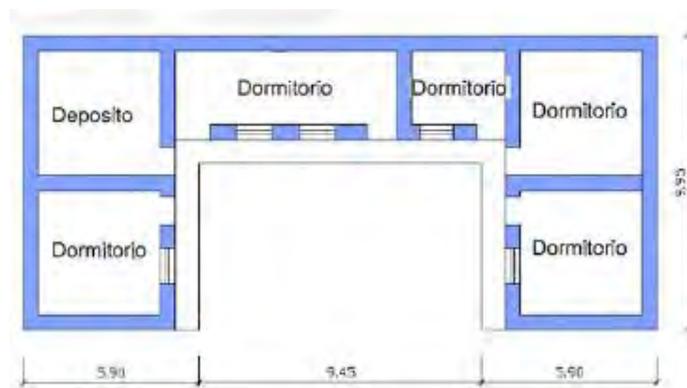


Figura N° 45.- Vivienda con planta en forma de C, segundo nivel
Fuente: Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú. ,
Gutiérrez. Aliaga, L., Manco. Olivera, M.

2.1.2.5. Construcción de Tierra en la Actualidad

Las construcciones más recientes con tierra o adobe, siguen siendo vulnerables ante los movimientos sísmicos; esto se puede observar en los desastres de los sismo del 2001 en Arequipa y 2007 en la Región ICA; todo esto se debe a que se ha perdido la técnica tradicional de construcción con adobe, construyéndose en forma empírica, sin planificación, sin dirección técnica y usando cualquier tipo de suelo para la elaboración del adobe, etc.

Desde hace más de cuatro décadas, en nuestro país se han realizado investigaciones para que las construcciones de adobe tengan desempeño eficiente ante los eventos sísmicos.

Las investigaciones iniciadas en la década del 70, desde el sector vivienda, tienen un gran avance en esta temática; se han coordinado las investigaciones con la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Pontificia Universidad La Católica del Perú, con el apoyo del Ministerio de Vivienda a través del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI) y de la Agencia Internacional de Desarrollo (AID)

Actualmente en la UNI, se tiene procedimientos de análisis y diseño sismo resistente para construcciones de adobe de uno y dos pisos.

También la PUCP ha realizado una serie de investigaciones y ensayos de laboratorio, para las construcciones con adobes; así mismo han participado directamente en los sismos del año 2001 (Arequipa) y 2007 (ICA), para ver las fallas producidas y plantear algunas recomendaciones como el uso de mallas electro soldadas y refuerzo de muros de adobes con geomallas. (35) (25). Este aspecto se abordará con mayor detalle en el siguiente capítulo.

2.1.3 Estado actual de las construcciones de Tierra en el Norte del Perú

En nuestros días de acuerdo a los resultados obtenidos en los censos del año 1993 y 2007, las construcciones de tierra en la zona urbana va decreciendo; en el año 1993 en la zona urbana las viviendas de adobe representaba el 43.80 %, mientras que en la zona rural las viviendas de adobe representaba el 60%.

El censo del año 2007, da como resultado que las viviendas de adobe, en la zona urbana representa 34.8 %, mientras que en la zona rural el porcentaje de viviendas de adobe, se mantiene alrededor de 60 %.

Los porcentajes indicados se muestran en el cuadro de INEI, Censos Nacionales de Población y Vivienda de 1,993 y 2007. (Cuadro N° 02). (17).

Material predominante en las paredes exteriores	1993		2007		Incremento intercensal		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Total	4 427 517	100,0	6 400 131	100,0	1 972 614	44,6	140 901	2,6
Ladrillo o bloque de cemento	1 581 355	35,7	2 991 627	46,7	1 410 272	89,2	100 734	4,6
Adobe o tapia	1 917 885	43,3	2 229 715	34,8	311 830	16,3	22 274	1,1
Madera	310 379	7,0	617 742	9,7	307 363	99,0	21 955	4,9
Quincha	207 543	4,7	183 862	2,9	-23 681	-11,4	-1 692	-0,8
Estera	148 029	3,3	144 511	2,3	-3 518	-2,4	- 251	-0,2
Piedra con barro	136 964	3,1	106 823	1,7	-30 141	-22,0	-2 153	-1,7
Piedra, sillar con cal o cemento	54 247	1,2	33 939	0,5	-20 308	-37,4	-1 451	-3,2
Otro material	71 115	1,6	91 912	1,4	20 797	29,2	1 486	1,8

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.

Cuadro N ° 02. Porcentajes de viviendas de acuerdo al material predominante en las paredes exteriores, censos de los años 1,993 y 2,007.

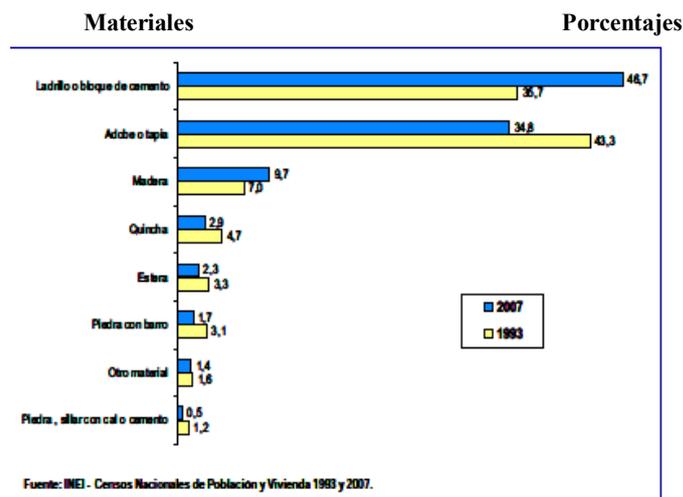
Fuente: INEI. Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.

Material Predominante en las Paredes Exteriores.

Del cuadro N ° 02, se observa que según el Censo del 2007, del total de viviendas particulares con ocupantes presentes que suman 6 millones 400 mil 131 viviendas, se destaca que 2 millones 991 mil 627 tienen como material predominante en las paredes exteriores ladrillos o bloques de cemento, lo que representa el 46,7%; asimismo, 2 millones 229 mil 715 viviendas tienen como material predominante adobe o tapia, lo que representa el 34,8%. En menores proporciones las viviendas tienen como material en las paredes exteriores, madera (9,7%), quincha (2,9%), estera (2,3%), piedra con barro (1,7%), otro material (1,4%) y piedra, sillar con cal o cemento (0,5%).

En comparación con el Censo de 1993, es importante destacar el incremento de las viviendas con ladrillo o bloques de cemento en las paredes exteriores, que representa un crecimiento del 89,2%, y que en términos absolutos significa 1 millón 410 mil 272 de viviendas más con este material en el periodo ínter censal; asimismo, las viviendas con paredes exteriores de madera representan un crecimiento del 99,0% en el mismo periodo, lo que significa un incremento de 307 mil 363 viviendas con este material.

A sí mismo se observa que las viviendas con paredes de quincha, estera, piedra con barro, y piedra, sillar con cal o cemento, en el periodo Inter censal, tienen una variación negativa. La disminución más significativa se da en las viviendas con paredes de piedra con barro (-22,0%), y piedra, sillar con cal o cemento (-37,4%).



Cuadro N ° 03.- Resultados en porcentajes de viviendas con material predominantes en las paredes, censos Población y vivienda de 1,993 y 2,007.

Fuente: INEI. Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.

En el siguiente cuadro, Cuadro N ° 04, según área urbana y rural, el material predominante en las paredes de las viviendas del área urbana es el ladrillo o bloque de cemento, que representa el 61,1%; seguido del adobe o tapia que representa el 23,5%, año 2,007; mientras que en el área rural los materiales predominantes en las paredes exteriores de las viviendas son el adobe o tapia (68,5%) y la madera (14,0%), ladrillo o bloque de cemento

Área de residencia / Material predominante en las paredes exteriores	1993		2007		Incremento intercensal		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Urbana	3 017 681	100,0	4 789 588	100,0	1 771 907	58,7	126 565	3,3
Ladrillo o bloque de cemento	1 540 324	51,0	2 926 762	61,1	1 386 438	90,0	99 031	4,6
Adobe o tapia	958 151	31,8	1 126 917	23,5	168 766	17,6	12 055	1,1
Madera	163 921	5,4	392 384	8,2	228 463	139,4	16 319	6,3
Quincha	102 506	3,4	106 918	2,2	4 412	4,3	315	0,3
Estera	135 955	4,5	119 340	2,5	-16 615	-12,2	-1 187	-0,9
Piedra con barro	25 464	0,8	20 808	0,4	-4 656	-18,3	- 333	-1,4
Piedra, sillar con cal o cemento	46 999	1,6	31 589	0,7	-15 410	-32,8	-1 101	-2,7
Otro material	44 361	1,5	64 870	1,4	20 509	46,2	1 465	2,7
Rural	1 409 836	100,0	1 610 543	100,0	200 707	14,2	14 336	0,9
Ladrillo o bloque de cemento	41 031	2,9	64 865	4,0	23 834	58,1	1 702	3,3
Adobe o tapia	959 734	68,1	1 102 798	68,5	143 064	14,9	10 219	1,0
Madera	146 458	10,4	225 358	14,0	78 900	53,9	5 636	3,1
Quincha	105 037	7,5	76 944	4,8	-28 093	-26,7	-2 007	-2,2
Estera	12 074	0,9	25 171	1,6	13 097	108,5	936	5,3
Piedra con barro	111 500	7,9	86 015	5,3	-25 485	-22,9	-1 820	-1,8
Piedra, sillar con cal o cemento	7 248	0,5	2 350	0,1	-4 898	-67,6	- 350	-7,6
Otro material	26 754	1,9	27 042	1,7	288	1,1	21	0,1

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.

Cuadro N ° 04.- Porcentaje de viviendas en zona urbana y rural, según material predominante en las paredes exteriores 1993 y 2007

Fuente: INEI. Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.

En el siguiente cuadro, cuadro N ° 05, se muestra los resultados absolutos de viviendas, por departamentos, según el material predominante en las paredes exteriores. Para el caso de Lima, en porcentaje, con material de ladrillo o bloque de cemento en las paredes es: $1'505,535/1'921,949=78.33\%$ (17)

Departamento	Material predominante en las paredes exteriores de la vivienda								
	Total	Ladrillo o bloque de cemento	Adobe o tapia	Madera (pona, tornillo, etc.)	Quincha (caña con barro)	Estera	Piedra con barro	Piedra o sillar con cal o cemento	Otro material
Total	6 400 131	2 991 627	2 229 715	617 742	183 862	144 511	106 823	33 939	91 912
Amazonas	89 030	10 563	49 909	18 575	5 518	168	922	108	3 267
Ancash	248 398	81 643	142 584	3 150	2 613	15 150	1 587	201	1 470
Apurímac	104 787	8 636	91 707	385	326	159	3 085	59	430
Arequipa	286 291	200 397	22 497	2 885	7 057	12 843	10 280	25 609	4 723
Ayacucho	158 261	24 675	108 648	8 216	1 406	1 579	11 697	399	1 641
Cajamarca	325 399	46 810	249 578	5 114	12 278	438	10 247	157	777
Prov. Const. del Callao	198 682	136 430	6 765	46 640	3 353	3 383	96	254	1 761
Cusco	293 584	38 161	223 575	14 024	986	517	12 818	1 247	2 256
Huancavelica	111 275	5 845	96 258	346	311	208	7 631	163	513
Huánuco	175 534	35 917	107 753	25 638	1 556	356	2 561	130	1 623
Ica	167 923	74 409	50 044	2 157	4 713	28 439	210	79	7 872
Junín	287 035	103 721	125 529	40 631	9 163	442	2 179	311	5 059
La Libertad	364 226	127 913	224 802	1 439	1 879	4 452	2 128	389	1 224
Lambayeque	241 271	108 583	121 605	852	6 964	2 141	236	159	731
Lima	1 921 949	1 505 535	171 766	153 375	14 671	41 765	3 393	2 751	28 693
Loreto	170 831	49 406	1 242	113 829	829	1 918	148	114	3 345
Madre de Dios	26 516	8 541	155	16 484	71	66	7	70	1 122
Moquegua	47 557	25 869	13 796	1 130	449	4 900	995	72	346
Pasco	64 782	18 310	28 923	13 772	773	136	1 250	186	1 432
Piura	372 187	152 528	121 128	17 171	58 632	12 986	944	383	8 415
Puno	353 838	79 390	229 548	4 076	343	549	32 641	408	6 883
San Martín	167 587	52 193	27 720	51 440	30 671	501	906	333	3 823
Tacna	80 251	58 905	8 865	661	647	9 869	527	107	670
Tumbes	48 638	20 336	4 621	2 618	18 199	325	267	129	2 143
Ucayali	94 299	16 911	697	73 134	454	1 221	68	121	1 693
Lima Metropolitana 1/	1 916 773	1 558 203	87 036	196 613	13 107	29 451	1 268	2 761	28 334
Lima Provincias 2/	203 858	83 762	91 495	3 402	4 917	15 697	2 221	244	2 120

1/ Comprende la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao.

2/ Comprende el departamento de Lima, excepto la provincia de Lima.

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

Cuadro N ° 05.- Viviendas en zona urbana y rural, según material predominante en las paredes exteriores, por departamentos. 2007

Fuente: INEI. Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.

Siguiendo con el análisis, los departamentos de Tacna y Arequipa, se obtiene: 73.4% 70.0% respectivamente

El segundo material más utilizado a nivel nacional en las paredes de las viviendas es el adobe o tapia y los departamentos con mayor porcentaje de viviendas con este material, son Apurímac (87,5%), Huancavelica (86,5%), Cajamarca (76,7%) y el Cusco (76,2%). De otro lado, Ucayali con 77,6%, Loreto con 66,6% y Madre de Dios con 62,2%, muestran un mayor porcentaje de viviendas con paredes de madera. (17).

2.2. Construcciones tradicionales de tierra

La construcción o forma de crear espacios habitables o de utilidad, es tradicional cuando se usan métodos y técnicas constructivas, empleando materia prima o productos de una determina zona, que por muchos años han sido las conocidas, manejadas, implementadas y exigidas por los creadores, promotores o compradores de edificaciones.

Las tecnologías constructivas de tierra se diferencian entre sí por sus características estructurales, arquitectónicas y por los materiales empleados para su elaboración; las tecnologías a tratar se refieren a: albañilería de adobe, construcciones con quincha y el tapial, que se tratarán a continuación.

2.2.1 Características de las Construcciones de Adobe.

El adobe es uno de los materiales de construcción más antiguo, que se viene utilizando en la edificación de viviendas y otras construcciones. Como ya se ha indicado en acápite anterior, nuestros antepasados y también de otras latitudes han empleado el barro para fabricar el adobe y usarlos en diferentes formas y técnicas.

Hoy en día, en nuestro país, gran porcentaje de la población vive en casas de adobe, que han sido construidas sin cumplir con los requisitos mínimos de seguridad, funcionalidad y durabilidad.

Las viviendas de adobe, para que sean eficientes preferentemente deben tener un piso. (Norma E-080 adobe).

La cimentación de mampostería de piedra o concreto ciclópeo, de igual manera el sobrecimientos con ancho igual al ancho del adobe y altura mínima de 30 cm.

En la costa, se usa a gran escala en la zona rural, utilizando la tierra de cultivo; en la zona andina, hay suficiente tierra apropiada para elaborar el adobe, además se usa donde no llegan otros materiales de construcción.

La forma del techo depende de la zona o la topografía, en la costa, generalmente techo horizontal, en la sierra techo inclinado de una o dos aguas.

Ventajas

- 1.- El material para la fabricación del adobe, es de fácil acceso para el usuario, se encuentra en la zona de construcción de la vivienda.
- 2.- La construcción de vivienda con adobes, resulta ser simple y de bajo costo, por emplear la autoconstrucción.

- 3.- Las viviendas de adobe, tienen excelentes propiedades térmicas y acústicas.
- 4.- El material usado (suelo) es un material inocuo, no contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo limpio.
- 5.- El adobe es un material reciclable.

Desventajas.

- 1.- Las construcciones de adobe son vulnerables a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones
- 2.- Las construcciones actuales de adobes son vulnerables ante los movimientos telúricos, pudiendo causar daño estructural severo, hasta el colapso.
- 3.- Por su volumen las paredes ocupan demasiado espacio.
- 4.- El ancho de los vanos, no deben ser mayores del 30% de la longitud del muro.
- 5.- Las construcciones de adobes, están limitados en la altura por lo general solo alcanzan dos pisos y en algunos casos un tercero pero con material liviano, como la quincha.

2.2.2 Características de las construcciones de Quincha

La Quincha (del quechua qincha, "pared, muro, cerco, corral, cerramiento"), es un sistema constructivo tradicional, que consiste fundamentalmente en un entramado de caña o bambú recubierto con barro con paja, con acabado fino con barro o una capa de yeso. Entramados similares a la quincha han sido usados en la época incaica en la construcción, también se ha utilizado en el Virreinato del Perú, para construir las bóvedas y cúpulas de las iglesias. Se ha usado en forma masiva como material antisísmico, debido a poco peso y elasticidad, absorbe las vibraciones evitando que se propaguen por el resto de la estructura.

Características.

La quincha, por tener peso liviano, es eficaz como material antisísmico debido a la elasticidad del entramado de caña, el cual absorbe las vibraciones evitando que se propaguen por el resto de la estructura. Además su ligereza facilita su montaje, aminora las cargas sobre la edificación y en caso de colapso no provoca demasiados daños. Adicionalmente tiene un buen aislamiento térmico, cualidad que es proporcionada por el recubrimiento de barro.

Es sencilla de hacer; el proceso constructivo es simple, de fácil aprendizaje y usa los materiales de cada zona; así mismo permite que los interesados participen en el proceso de construcción. (32)

Actualmente, a la quincha se está estandarizando, resultando la quincha prefabricada.

Quincha Prefabricada.

La quincha prefabricada es un sistema constructivo que basado en la quincha tradicional, ha buscado estandarizar sus procesos con el fin de obtener un mejor rendimiento del material en la construcción. A diferencia de la quincha tradicional, la prefabricada emplea paneles modulares consistentes en bastidores de madera rellenos con caña trenzada y recubiertos con barro o algún otro material como yeso. Además la parte inferior de los paneles se fijan sobre sobrecimientos de concreto y verticalmente se apoyan en una estructura de columnas de madera cuyo máximo distanciamiento entre sí, es igual al ancho de tres paneles de quincha. (19).

En la actualidad la mayoría de las viviendas construidas con quincha, se observan en las principales ciudades de la costa, en forma especial en las regiones de Lima, La Libertad, Lambayeque y Piura. La antigüedad de estas construcciones, pueden ser en algunos casos mayor de 100 años. Se debe advertir que la quincha, ha sido empleado con más frecuencia en el Virreinato o La Colonia; actualmente la tecnología de la quincha más se aplica en la zona rural, por ser zona de pobreza o deprimida, esto no significa que no exista viviendas de quincha en la zona urbana.

Los usuarios, al construir con quincha no aplican en forma adecuada las pautas técnicas existentes, por desconocimiento o por decidia.



Figura N ° 46.- Paneles de quincha, travesaños y cañas.
Fuente: Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú, Gutiérrez Aliaga, L; Manco Olivera, M.

En Lima y en muchas ciudades importantes del interior del país, puede observarse todavía un apreciable número de edificios antiguos, muchos de ellos monumentos arquitectónicos o históricos, cuyas plantas bajas están construidas con adobe y los pisos altos con quincha. Algunos edificios, se encuentran muy deteriorados, por el paso de los años y la acción de los

movimientos sísmicos; pero su no colapso es un buen indicador del buen comportamiento estructural de la quincha ante la acción sísmica. (16).

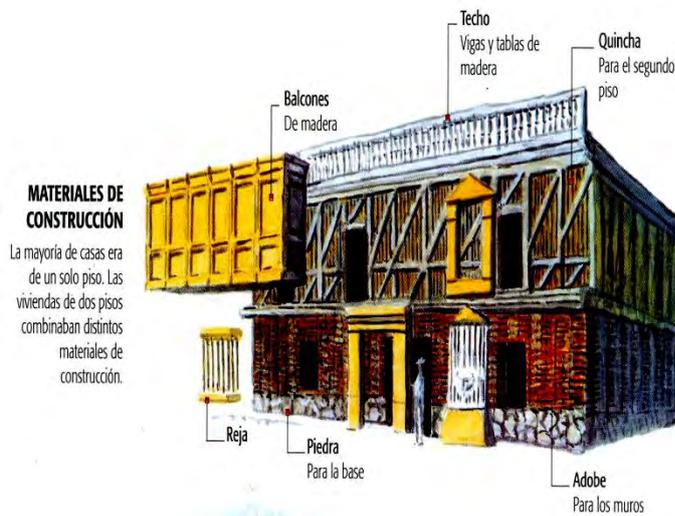


Fig. N ° 47: Materiales y forma de construir de dos pisos.
Fuente: Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú.,
Gutiérrez Aliaga, L. ; Manco Olivera, M.



Figura N ° 48.- Viviendas de quincha en Lambayeque.

Fuente: Características sísmicas de las Construcciones de tierra en el Perú. ,
Gutiérrez Aliaga, L.; Manco Olivera, M.

Figura N ° 49.-Viviendas de quincha en La Libertad.

Fuente: Características sísmicas de las Construcciones de tierra en el Perú. ,
Gutiérrez Aliaga, L.; Manco Olivera, M.

2.2.3 Características de las Construcciones de Tapial.

La construcción del tapial consiste en compactar capas de tierra húmeda dentro de un encofrado. Al igual que el adobe, sus propiedades lo hacen adecuado para las zonas andinas,

con la ventaja que el tapial permite levantar directamente los muros in situ sin fabricación previa de los elementos constructivos.

A pesar de ser una alternativa económica, esta tecnología no facilita la autoconstrucción ya que se necesita de mano de obra calificada, por lo menos un maestro especialista en esta actividad.



Figura N° 50. - Encofrado, colocación, y compactación de un muro de tapial

Fuente: Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú. Gutiérrez Aliaga, L.; Manco Olivera, M.

Para construir los tapiales el suelo se mezcla con paja y agua. La cantidad de agua depende del criterio del tapiero. A veces se verifica la humedad con una prueba de campo que consiste en formar una bola de la mezcla y dejarla caer desde un metro de altura. Si la bola no se rompe, es que tiene mucha agua. Si se desmenuza, es porque le falta agua, y si se rompe en trozos grandes se debe a que la humedad es adecuada

Para la compactación del suelo se preparan gaveras o encofrados de 1,50 a 1,80 m de largo, aproximadamente 0,40m de ancho y de 0,60 a 0,70m de alto. Se verifica la verticalidad de la gavera con la plomada, se limpia el interior y se rellena con suelo húmedo hasta completar una capa de tierra.

El maestro tapiero compacta el suelo con un pisón hasta obtener una superficie dura en la cual el mazo no penetre más.

Este procedimiento se repite sucesivamente hasta llenar la gavera o encofrado con suelo compactado, formándose capas de suelo compactado de 0,10m a 0,15m de altura en cada proceso Terminada la elaboración de un tapial se retira la gavera, para colocarla al costado y

construir un nuevo tapial. Para la construcción de una nueva hilada de tapial, se espera unos 8 días para que seque la primera hilada y de 3-4 días si se trata de una hilada superior.

De esta manera los tapiales son interconectados por presión sin el uso de juntas horizontales ni verticales. No se usan soleras, ni refuerzos internos en los muros. Sin embargo, se acostumbra el uso de Eucalipto dentro de cada tapia, no como refuerzo estructural, pero si para atenuar la fisuración por contracción del secado.

Las viviendas con acabados presentan revoques de mortero de tierra más paja, de yeso o de cemento. Para construir los vanos, se rellena el tapial con adobes durante su construcción o se construye con tapial poco compactado para luego ser removido, o también se deja el espacio libre. Para colocar los dinteles se perforan unos agujeros en el tapial.

Así mismo, una vez en el nivel del entrepiso, se dejan orificios para pasar los rollizos del segundo nivel.

Las viviendas de tapial son de uno o dos pisos. La planta puede ser rectangular en forma de L o C, albergando una pequeña plazoleta o un pequeño terreno de cultivo como se observa en las siguientes figuras, figura N° 51 y figura N° 52. (16).

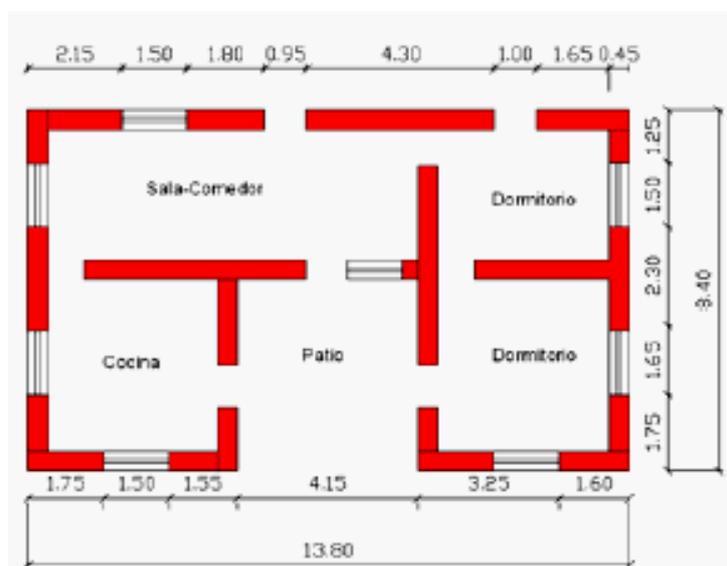


Figura N° 51. Distribución de los ambientes, vivienda en forma de C

Fuente: Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú, Gutiérrez. Aliaga, L., Manco. Olivera, M.

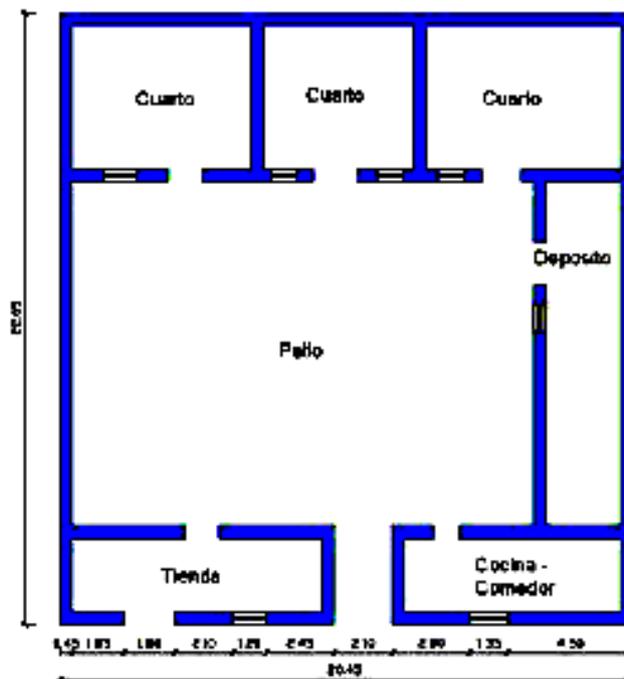


Figura N ° 52: Distribución de una vivienda, construida con tapial, forma de C.
Fuente: Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú, Gutierrez Aliaga, L;
Manco Olivera, M.

Ventajas.

- 1.- El material para la fabricación del tapial, es de fácil acceso para el usuario, se encuentra en la zona de construcción de la vivienda.
- 2.- La construcción de vivienda con tapial, resulta ser simple y de bajo costo, tres veces menos que la construcción de adobe.
- 3.- Las viviendas con tapial, pueden tener hasta dos pisos.
- 4.- El material usado (suelo) es un material inocuo, no contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo limpio.
- 5.- El tapial es un material reciclable.
- 6.- El tapial permite levantar directamente los muros “in situ”, sin fabricación previa de los elementos constructivos

Desventajas.

- 1.- Las construcciones con tapial son vulnerables a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones
- 2.- Las construcciones actuales con tapial son vulnerables ante los movimientos telúricos, pudiendo causar daño estructural severo, hasta el colapso.

3.- Las construcciones con tapial, están limitados en la altura por lo general solo alcanzan dos pisos.

4.- Construcción con tapial no permite la autoconstrucción. (16).

2.2.4 Costos comparativos.

En esta parte se hará el análisis de costos de una vivienda tipo Cayalti, es decir, costo actual de una vivienda con muros de 0.36m x 0.36m y 0.36m x 0.17m; reforzado con caña brava o carrizo vertical y horizontalmente, con cimentación y sobrecimientos de concreto simple; techos de torta de barro estabilizado, sobre caña, y éstos sobre vigas de madera, de acuerdo al diseño y especificaciones indicados en los planos, cuya copias se muestran en el anexo.

Para comparar, se analizará el costo de una vivienda de adobe común, con la misma distribución y características de la casa de adobe estabilizado de Cayalti; con diferencia de que tendrán techo de material liviano, Eternit.

De igual modo, se evaluará una vivienda, con las mismas características de las viviendas tipo Cayalti, variando el refuerzo de los muros, que será a base de geomallas, techo de material liviano, Eternit. (18)

El Presupuesto o costo, de cada una de las viviendas indicadas líneas arriba, se incluye en el capítulo V; el análisis de costos unitarios e insumos se presenta en el anexo E

2.2.5 Vigencia Actual.

Las viviendas construidas en Cayalti, materia de evaluación del presente trabajo, se ejecutaron mediante un programa experimental en el año 1976, para este fin se incorporó el uso del asfalto tanto para el adobe como para el mortero, añadiéndole además refuerzos verticales y horizontales de caña, para mejorar la performance del muro, ante la acción del movimiento sísmico. Por el tiempo transcurrido y la verificación “in situ” de dichas viviendas no se puede afirmar que dichas edificaciones, han tenido un comportamiento eficiente, ante la acción sísmica; por el hecho de que no se ha producido sismos de consideración en la zona norte; pero sí han sido sometidos a los efectos de la humedad, presentando buena performance en el fenómeno de “El Niño” del año 1,983 y 1,998; cuya evaluación y resultado por absorción capilar se contempla en el capítulo V. (40) (41) (29)

CAPITULO III

ESTUDIOS EXPERIMENTALES.

La investigación sobre el adobe en el Perú, ha generado mayor interés en los profesionales afines a la construcción, tratando de obtener mayor conocimiento de las técnicas y el buen uso del mismo. Este aspecto, constituye un apreciable aporte a la propuesta de solución de la problemática de la vivienda, toda vez que la utilización de viviendas de adobe es masiva en todos los rincones del Perú, con mayor incidencia en las zonas rurales; lo que ha generado e incentivado estudios para su mejoramiento, estableciéndose condiciones mínimas para superar los defectos identificados derivados del empirismo.

Se ha generado la evidencia de que la investigación del adobe, está permitiendo contar con técnicas, para mejorar las condiciones de habitabilidad de las construcciones, así como de su seguridad.

Estas nuevas técnicas obtenidas, gracias a la vinculación interinstitucional, desarrolladas a través de programas de investigación, comparten el mismo objetivo y han generado mayor impulso a las investigaciones en muchos aspectos de la vivienda y la construcción. En el país, entre las instituciones más representativas que se han ocupado del tema, mencionaremos a la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Ministerio de Vivienda y Construcción, mediante su organismo público descentralizado, ININVI, ahora trasferido en funciones a SENCICO.

No está demás indicar que instituciones internacionales, también han coordinado y contribuido a la investigación sobre el adobe.

3.1. Investigaciones en las Universidades del Perú.

En el Perú, las Universidades que con mayor énfasis han dedicado estudios, investigaciones y proyección, sobre las construcciones con adobe, son: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), y la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

Teniendo en consideración que el uso del adobe está muy arraigado en nuestro país, no puede ser remplazado ni desplazado por otro material constructivo. Las investigaciones y experimentos, que se realizan en las universidades después del sismo de 1970, no se hicieron esperar. Surgen campañas de orientación para mejorar la calidad del adobe, así como las recomendaciones de diseño básico de viviendas con ese material, partiendo desde la ubicación en función del entorno, la distribución de los ambientes, la altura de vanos, la proporción de

las ventanas y sobre todo el estudio del módulo de albañilería de tierra (el adobe) mejorado y reforzado. Todo esto con la finalidad, de darle a la construcción con este material, una mejor performance ante los fenómenos naturales.

3.1.1. Estudios realizados en la Universidad Nacional de Ingeniería.

Las investigaciones propiamente dichas, comienzan poco después del terremoto del año 1970; el gobierno de aquel entonces crea una Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYRZA), para evaluar los daños y las causas del fenómeno natural.

La comisión aludida, elaboró un manual conteniendo técnicas mínimas para la construcción de viviendas de adobe de un piso, económicas y seguras frente a un sismo; recomendaciones que fueron tomadas en cuenta, en lo referente a la calidad del adobe, dimensiones de los adobes o bloques, altura de muros, ubicación de vanos de puertas y ventanas, entre otras cosas, que será referido a lo largo del presente trabajo.

En la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), (9) tomando como referencia, el sismo producido en Ancash en 1,970, inician estudios e investigaciones en la Facultad de Ingeniería Civil; cabe resaltar los estudios dirigidos por el Dr. Ricardo Yamashiro y sus colaboradores, que tienen aportes de mucha trascendencia, entre los que podemos mencionar:

- a) La inclusión de la caña como refuerzo interior, vertical y horizontal, de albañilería. Este refuerzo, combinado con la viga collar de madera dispuesta en la coronación de los muros, incrementa considerablemente la resistencia y ductilidad de la albañilería estructural de adobe, frente a las fuerzas laterales de sismo y reduce significativamente la probabilidad de colapso de las construcciones de un piso, ante la acción destructiva de un terremoto.
- b) El uso de suelo-cemento, como una alternativa de mejorar la adherencia entre el mortero y los adobes,
- c) Identificación de los principales modos de falla de las construcciones tradicionales de adobe de un piso.
- d) Una primera propuesta de normalización de ensayos en especímenes grandes y pequeños, para el estudio de las propiedades mecánicas de albañilería estructural de adobe, simple y reforzada.
- e) Primera propuesta de métodos racionales para el análisis y diseño estructural de las construcciones de adobe de un piso, apoyados en la mecánica estructural y en la resistencia de los materiales.
- f) Primer Proyecto de Normas para la construcción con adobe en el país.

Así mismo, en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), se han desarrollado Tesis de investigación referentes a las construcciones con adobes, que de una u otra manera han contribuido, para mejorar las construcciones de adobe en nuestro país y contar finalmente con una norma para este tipo de construcciones; entre otras podemos citar:

- Estudio de Muros de Adobe Sometidos a Cargas Horizontales - Parte 5 (a), Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. 1,974. Minchola Haro, Carlos E. (20)
- Estudio de Muros de Adobe Sometidos a Cargas Horizontales - Parte 5 (b), Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería 1,974. Guanilo García, Horacio A. (14)

Estas investigaciones establecieron y definieron las formas en que las estructuras de adobe, debían ser construidas para poder soportar cargas, a las que pudieran estar expuestas.

Se consiguió incrementar y documentar el nivel de conocimientos en las construcciones de adobe, asimismo sirvieron de base para otros estudios enmarcados en la construcción con este material.

Entre otras investigaciones importantes, realizadas en la Universidad Nacional de Ingeniería, se mencionan las siguientes:

“Diseño sísmico de construcciones de adobe y bloque estabilizado-Primera parte. Propuesta de normas de diseño de construcciones de adobe y bloque estabilizado”.

Dr. Ricardo Yamashiro, Ing. Alejandro Sánchez, Ing. Roberto Morales. UNI. Lima, Perú. 1977.

Esta investigación describe, los mecanismos de falla de las construcciones de adobe, observados en sismos reales y en el laboratorio, se identifica los esfuerzos críticos. La resistencia de la albañilería y del refuerzo de caña, se determina mediante pruebas apropiadas, y se establecen sus esfuerzos admisibles. Finalmente, con la información disponible se propone normas para el diseño de las construcciones de adobe. La propuesta de normas, se ajustan a establecer construcciones de adobe que puedan resistir sismos:

- a) Sismos menores sin daños,
- b) Resistir sismos moderados con algunos daños estructurales leves y con daños no estructurales moderados, y
- c) Resistir sismos catastróficos sin colapsar. Se consiguió con esta investigación establecer una propuesta de normas para el diseño de construcciones de adobe y bloque estabilizado, diseñadas por un método racional, basado en los principios de la mecánica y la resistencia de materiales. (40).

En esta primera parte, presentan los tipos principales de falla que a menudo ocurre en las construcciones de adobes.

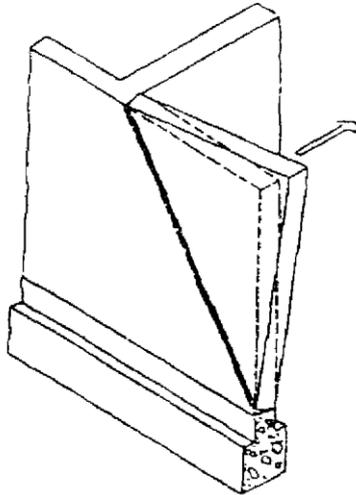


Figura N ° 53.

Falla típica en flexión de muro arriostramiento en dos bordes.

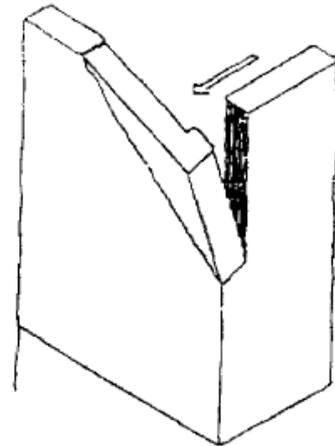


Figura N ° 54.

Falla típica de tracción en encuentro de muros sin arriostramiento superior.

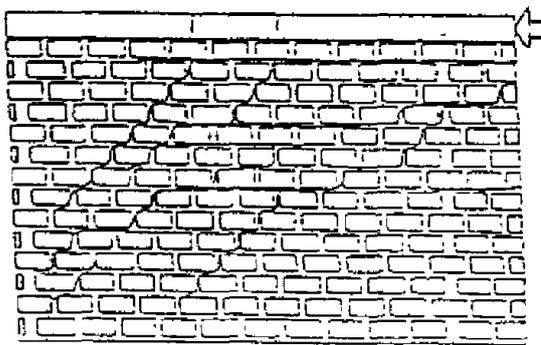


Figura N ° 55. - Falla típica por corte

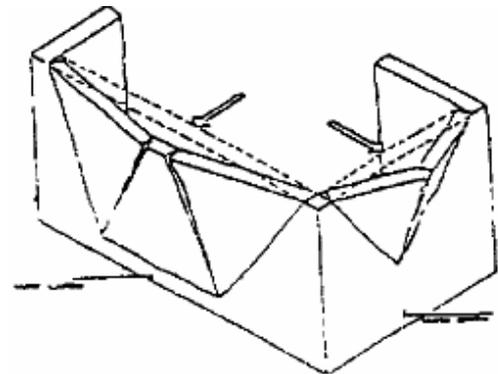


Figura N ° 56 - Falla típica en flexión, muro arriostrado en tres bordes.

Fuente: "Diseño sísmico de construcciones de adobe y bloque estabilizado". Yamashiro, R.; Sánchez, A.; Morales, R. UNI. Lima, Perú. 1977.

"Diseño sísmico de construcciones de adobe y bloque estabilizado". Segunda parte. Un procedimiento de diseño de construcciones de adobe. (1977).

Ing. Roberto Morales, Ing. Alejandro Sánchez, Doctor Ricardo Yamashiro.

Esta investigación está referida a plantear un procedimiento racional de diseño de estructuras de muros de corte que se aplica a una construcción de adobe para dos casos: Techo rígido y techo flexible, empleando los esfuerzos admisibles determinados según las normas propuestas en la primera parte de esta investigación.

Esta investigación consiguió determinar un procedimiento de análisis y diseño antisísmico para construcciones de adobe, determinándose el refuerzo vertical y horizontal de los muros y también la viga collar. En forma gráfica, en los siguientes esquemas, se observa tales refuerzos en los muros de adobes. (41)

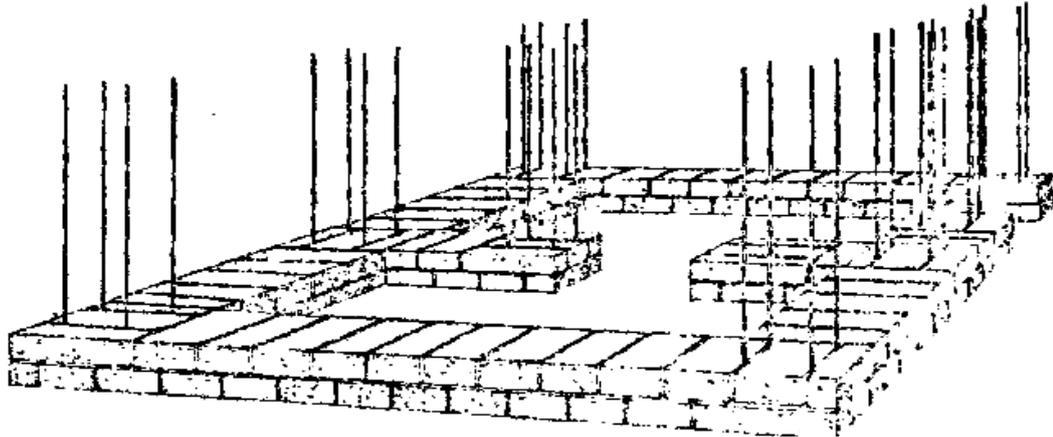


Figura N ° 57.- Aparejo en vivienda con refuerzo vertical

Fuente: "Construyendo con adobe mejorado: Adobe reforzado con caña, Sencico

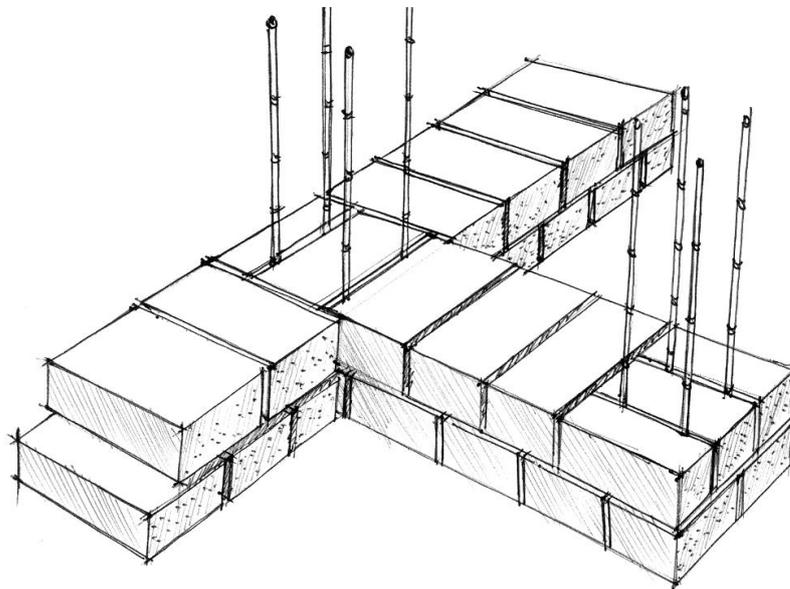


Figura N ° 58.- Aparejo en encuentro de muros

Fuente: "Construyendo con adobe mejorado. Adobe reforzado con caña. Sencico

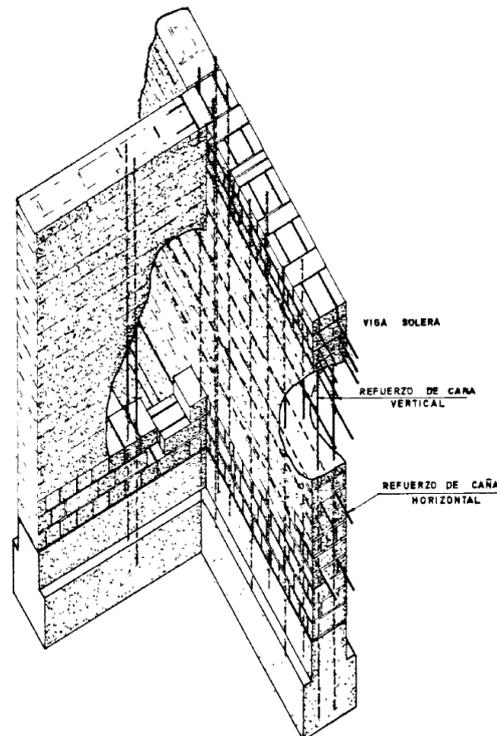


Figura. N°59. Detalle de intersección de muros. Ver viga solera, refuerzo de caña vertical y horizontal en muros.
Fuente: "Construyendo con adobe mejorado: Adobe reforzado con caña, Sencico.

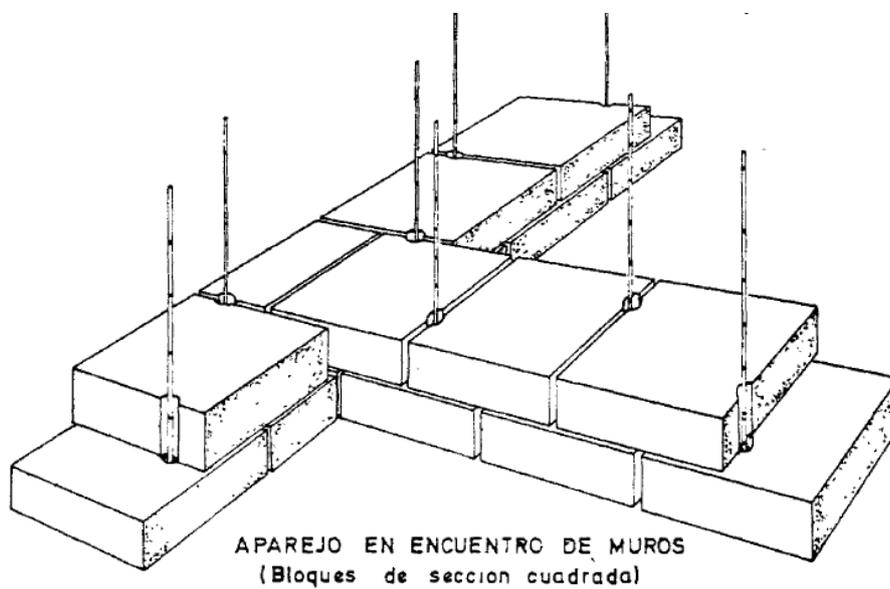


Figura N ° 60. Aparejo en encuentro de muros
Fuente: "Construyendo con adobe mejorado: Adobe reforzado con caña, Sencico.

“Manual para la construcción de viviendas de adobe”.

Ing. Roberto Morales Morales, Dr. Rafael Torres Cabrejos, Ing. Luis A. Rengifo, Carlos Irala Candiotti. UNI. CISMID. Lima, Perú. 1993.

Esta investigación presenta un mejoramiento de la técnica tradicional de construcción de viviendas con adobe, analiza las principales causas de fallas en las construcciones con el mismo material, describe que la construcción de adobe se realiza de forma empírica y sin asistencia técnica y establece la divulgación de los avances que se han alcanzado en los últimos años en el mejoramiento de la técnica tradicional de construcción con adobe. Esta investigación consiguió servir de base para la elaboración de las normas vigentes de construcciones de adobe, además la UNI a través del Cismid de la Facultad de Ingeniería Civil, dentro de su programa de proyección social, logró presentar esta investigación con el objeto de establecer y divulgar las recomendaciones técnicas mínimas que se deben de considerar en la construcción de viviendas económicas y sismo-resistentes de adobe. (39).

Con los estudios anteriormente indicados, en el año 1977, se oficializan las primeras normas nacionales de diseño sismorresistente de las construcciones con adobe, sobre la base del Proyecto desarrollado y propuesto por la UNI.

Ante la evidencia de la vulnerabilidad de las construcciones de adobe, la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda, ININVI, propusieron y desarrollaron un adobe cuadrado modular, con muescas especiales (alvéolos) en los lados para permitir el paso del refuerzo vertical de caña brava o carrizo en el muro.

Para estabilizar o darle mayor cohesión a los adobes, al suelo con agua (barro), le agregaron un estabilizador, asfalto en frío RC-250, para darle consistencia e impermeabilidad, y pueda soportar la acción del agua por inundación; así mismo evitar la acción destructora del muro, por parte de las chirimachas que pueden anidar en éste. (39).

En los estudios realizados en la UNI, para formular la propuesta de la norma de diseño sismorresistente, ensayaron unidades, pilas, muretes, muros y ambientes completos, con diferentes tipos de arriostres y refuerzos.

Los resultados de estos estudios permitieron formular la Norma Técnica Peruana de Fabricación del Adobe Estabilizado con Asfalto, Norma E-080 Adobe, que forma parte del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.1.2.- Estudios realizados en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Es conocido y aceptado el hecho que las construcciones de adobe son vulnerables frente a fenómenos naturales como los sismos e inundaciones. Su casi nula resistencia a la tracción y la inestabilidad de sus propiedades mecánicas, cuando son afectadas por la humedad, han producido efectos desastrosos en construcciones de este tipo a lo largo de la historia. Pese a ello, es todavía el material de construcción más utilizado por habitantes de las zonas rurales del Perú, y otros países del tercer mundo.

La investigación sobre construcciones con adobe, está orientada por lo general a encontrar un procedimiento factible de refuerzo sísmico y a estabilizar el material frente a los efectos de la humedad. Desde el punto de vista del refuerzo sísmico, es necesario conocer cómo afectan los sismos a estas construcciones, y una forma de obtener este conocimiento es observando y analizando los diversos tipos de falla que han ocurrido en construcciones de adobe en el pasado.

Paralelamente la UNI y la Pontificia Universidad Católica del Perú, estudiaron el adobe común, de forma rectangular, utilizando estabilizantes naturales (paja, cascarilla de arroz, goma de tuna, etc.).

En el Perú, una de las instituciones que ha realizado estudios sobre el comportamiento de las construcciones de adobe ante los fenómenos naturales, y su reforzamiento correspondiente, es la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

A raíz del terremoto del 31 de mayo de 1,970, a pesar de que la destrucción de las viviendas fue masiva, los pobladores no tenían materiales alternativos, para la reconstrucción de sus hogares, persistieron en el uso del adobe, en la tarea de volver a levantar sus viviendas; esta situación por demás preocupante, forzó a acelerar las investigaciones experimentales sobre el comportamiento del adobe ante las acciones que producen los fenómenos naturales.

La PUCP, no fue ajena a esta necesidad, y emprendió dichas investigaciones sobre la base del estudio del reforzamiento de los muros de las construcciones con adobe, con el fin de mejorar su performance, fundamentalmente, ante la acción del agua y la acción sísmica.

3.1.2.1 Investigaciones iniciales en la PUCP.

El primer proyecto de investigación desarrollado en la PUCP en 1972, abarcó el estudio experimental de varias alternativas, con materiales disponibles en zonas rurales, para el refuerzo estructural de viviendas de adobe. Los modelos fueron construidos sobre una plataforma de concreto rebatible. El ensayo consistió en inclinar lentamente la plataforma y

medir el ángulo de inclinación en el momento del colapso. La componente lateral del peso del modelo, fue usada para cuantificar la máxima fuerza sísmica. La conclusión principal fue, que un refuerzo interior logrado con caña vertical, combinado con caña horizontal aplastada, cada cuatro hiladas, aumentaba considerablemente la resistencia de los modelos.

En las siguientes figuras, se muestra esquemáticamente los ensayos realizados, a la izquierda espécimen sin refuerzo y a la derecha espécimen reforzado con cañas.



Figura N ° 61.- Espécimen sin refuerzo.

Figura N ° 62.-Espécimen reforzado con caña.

Fuente: Comportamiento Sísmico de Construcciones de Adobe sin refuerzo y reforzado. (Blondet M. 2002)

De los ensayos indicados líneas arriba, se analizó los muros reforzados con caña brava o carrizo, tanto vertical como horizontalmente, obteniéndose las siguientes conclusiones:

- El sistema de refuerzo horizontal y vertical, a base de caña brava o carrizo, proviene de múltiples experimentos realizados en la PUCP, UNI y otras instituciones, con el objetivo de evitar el colapso de las viviendas ante los sismos severos. Una variante de este sistema, es empleando adobes alveolares, que facilitan el paso del refuerzo vertical.
- En el reforzamiento de los muros de adobes, se puede utilizar cualquier material dúctil, pudiendo ser: caña, carrizo, bambú, junco, sogá, madera, malla de gallinero, malla de púas o barras de acero.
- El refuerzo vertical y horizontal debería estar unido entre sí, y a los otros elementos estructurales: cimentación, viga collar.

- Se recomienda que la colocación de los refuerzos debe ser cuidadosamente planificada, y las unidades o adobes deben ser fabricadas tomando previsiones especiales, en cuanto a sus dimensiones, y la ubicación de las perforaciones o alvéolos, para el paso del refuerzo.

En la siguiente figura, se observa la colocación de refuerzo vertical (caña brava o carrizo), y refuerzo horizontal (caña brava o carrizo chancado).



Figura N ° 63.- Colocación del Refuerzo de Caña en Perú.

Fuente: Comportamiento Sísmico de Construcciones de Adobe Sin Refuerzo y Reforzado. (Blondet M. 2002)

En el año 1,992, ocho modelos a escala natural de una edificación, consistente en un cubículo de un piso fueron ensayados en un simulador de sismos o mesa vibradora. Los resultados de estos ensayos, han demostrado que el refuerzo horizontal y vertical de caña, combinado con una sólida viga collar, pueden prevenir la separación de los muros en las esquinas, debido a la presencia de un sismo severo, y de esta manera pueden mantener la integridad estructural, aun después que los muros estén muy dañados.

Se probó que el reforzamiento resultó muy efectivo, en prevenir el colapso de las edificaciones, durante los ensayos.

Estos estudios habrían sido el impulso para que el Gobierno de Holanda donara a la Pontificia Universidad Católica del Perú, Sección de Ingeniería Civil, el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas. El Laboratorio de estructuras antisísmicas cuenta con los siguientes equipos: una mesa vibratoria unidireccional para ensayos a escala natural de hasta 16 Ton de peso total de espécimen, en el que se puede ensayar un módulo de vivienda a escala natural, con movimientos que son muy parecidos a los que ocurren en un sismo real. El ensayo a escala

natural, es la mejor forma de poder evaluar, si una propuesta técnica de refuerzo de los materiales de construcción es viable o no. También cuentan con actuadores dinámicos, estáticos; prensa, para ensayos de compresión en unidades de albañilería de arcilla, adobe; equipo para ensayo de absorción.



Figura N ° 64. Mesa vibradora: Laboratorio de PUCP
Fuente; www.ceresis.org/proyect/adobe.htm

Es así, como la PUCP, por medio del área correspondiente, está investigando y desarrollando técnicas para reforzar las viviendas, de las zonas más vulnerables del Perú.

3.1.2.2 Investigaciones recientes.

Continuando con las investigaciones, en el año 1,994, la PUCP, participa en el convenio de la: Cooperación Técnica Alemana (GTZ), el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), en el Proyecto titulado:

Estabilización de las Construcciones de Adobe Existentes en los Países Andinos.

En la primera etapa del convenio, se realiza todas las investigaciones preliminares, que incluyeron pruebas de laboratorio y estudio de materiales, para luego, en 1998, lanzar un programa piloto en poblados y ciudades como Moquegua, Tacna y Arica, y los distritos de Guadalupe y Pachakutek, en ICA, donde se reforzaron ocho viviendas de adobe. (37)

Refuerzo de mallas electro-soldadas.

Este reforzamiento o estabilización, consistió en el uso de mallas electro soldadas recubiertas con mortero de cemento, afirmándose que sería un sistema resistente a los esfuerzos que produce el sismo, y que mantendría estables a los muros de adobe.

Esta investigación se desarrolló entre 1994-1999, planteó un sistema de refuerzo para viviendas de adobe existentes, y una adaptación del mismo para viviendas nuevas, con el objetivo de evitar colapsos ante terremotos severos.

Lograron estudiar diversas técnicas de reforzamiento para vivienda de adobe existente, concluyendo, que la técnica más apropiada consistía en reforzar los muros con franjas horizontales y verticales de malla electro soldada, recubiertas con mortero de cemento.

Consiguieron aplicar este proyecto de investigación entre los años 1998 y 1999, en veinte viviendas reales de las zonas sísmicas del Perú: Tacna, Moquegua, ICA, La Libertad, Ancash y Cuzco.

De estas viviendas seis se comportaron con éxito ante el Terremoto del 23 de junio del 2001, de magnitud 7.9 en la escala de Richter que afectó el sur del Perú, en tanto que las viviendas de adobe no reforzado tuvieron fuertes daños o colapsaron totalmente. (34) (37).

Esto originó, que varios proyectos de reconstrucción de viviendas de adobe en la zona andina de Arequipa, emplearan técnicas similares.

En la siguiente figura N ° 64, se muestra el reforzamiento de muros con franjas horizontales y verticales de malla electro soldada, recubiertas con mortero de cemento.



Figura N ° 65: Viviendas existentes reforzadas en 1998 en Moquegua (sur de Perú), después del sismo del 2001.
Fuente: “Adobe reforzado con mallas de alambre: Ensayos de simulación sísmica y aplicación a construcciones reales., Quiun 1, D.; San Bartolomé, A; Zegarra, L.

En la figura N ° 65, se muestra al fondo vivienda reforzada con franjas horizontales y verticales de malla electro soldada, revestido con mortero cemento arena; y adelante una vivienda no reforzada, con daños considerables, por efecto del sismo del 2001. (23) (38)



Figura 66: Viviendas existentes, con fuertes daños, sismo del 2001 (Arequipa); en el fondo vivienda reforzada, sin daños.

Fuente: “Adobe reforzado con mallas de alambre: Ensayos de simulación sísmica y aplicación a construcciones reales. Quiun1, D.; San Bartolomé, A; Zegarra, L.

Contribución a la Enciclopedia Mundial de Vivienda.

La PUCP, también ha participado y ha contribuido con la Enciclopedia Mundial de la vivienda, que en año 2000, el Instituto de Investigación en Ingeniería Sísmica de los EE. UU., inició un proyecto de carácter mundial, para crear una enciclopedia que reúna las técnicas constructivas de viviendas empleadas en zonas sísmicas.

El propósito de la Enciclopedia Mundial, era realizar una categorización de las técnicas constructivas, mostrando las características arquitectónicas, estructurales, en forma especial las características sísmicas de las viviendas.

La Pontificia Universidad Católica del Perú contribuyó al proyecto de la Enciclopedia Mundial de vivienda, con información recopilada en una investigación de dos etapas, consignando las principales técnicas constructivas empleadas en el Perú.

En una primera etapa, estudiaron las técnicas constructivas de adobe, albañilería simple, albañilería confinada y concreto armado de la ciudad de Lima. (36).

En la segunda etapa del proyecto se estudiaron las técnicas constructivas de tierra de adobe contemporáneo y tapial empleadas en los departamentos de Ancash, Ayacucho, Cusco y Junín, y las técnicas constructivas de quincha y vivienda republicana empleadas en Lambayeque, La Libertad, y Lima. (16).

Reforzamiento con mallas de polipropileno o Geomallas.

Siguiendo con la línea de investigación en adobe, en la Facultad de Ingeniería Civil, de la PUCP, conciben el refuerzo sísmico con malla de polipropileno o geomallas en las construcciones de adobe. El ingeniero Daniel Torrealva Dávila, conjuntamente con el Ingeniero Marcial Blondet y el Ingeniero Julio Vargas Neumann, elaboraron el libro: "Construcción de Casas Saludables y Sismorresistentes de Adobe Reforzado con Geomallas", editado por el Fondo Editorial de la Universidad Católica, en el año 2005, texto en el cual se precisa, que construcciones de adobe, con este refuerzo, tienen buena performance ante sismos de grandes magnitudes, similares y/o superiores al ocurrido en Ica.

A propósito del sismo de Ica, en la siguiente vista se observa los daños que causó el movimiento telúrico del año 2007, en las construcciones de adobe.



Figura N ° 67. Daños causados por el sismo del 15 de Agosto de 2007, en Pisco, ICA.
Fuente: Archivo de los autores.

Tras el sismo de 7.9 grados ocurrido en Ica, el 15 de agosto del 2007; la PUCP, a través de la Dirección Académica de Responsabilidad Social (DARS), y en convenio con el Fondo de Reconstrucción del Sur (FORSUR), desarrolló el Programa de Capacitación en Construcción de Viviendas con Adobe, con el objetivo de difundir la técnica de construcción con adobe reforzado con geomallas. Esta transmisión de la tecnología investigada y desarrollada en el Laboratorio de Ingeniería Civil, que además es de bajo costo y alta funcionalidad, se efectuó a través de la construcción de ocho casas modelo en Cañete, Chincha y Pisco, las que beneficiaron a ocho familias que perdieron sus casas luego del violento sismo.

El sistema de sismorresistencia, de una vivienda de adobe reforzado con geomalla, incorpora una estructura de cimentación en concreto ciclópeo, construcción de muros de adobe, viga collar de caña guayaquil, refuerzo de muros con geomalla y revestimiento de paredes con mortero de tierra-arena. (35).

A continuación, se observa el reforzamiento de muros de viviendas construidas con adobes, viviendas existentes y viviendas nuevas.

En la figura N ° 68, se muestra la eliminación del tarrajeo del muro, y perforaciones para la colocación de conectores. En la figura N ° 69, se muestra la instalación de geomalla y conectores.

Etapas del reforzamiento de viviendas existentes con geomallas.



Figura N ° 68. - Eliminación del tarrajeo, luego se perfora el muro, para colocar los conectores



Figura N ° 69.- Instalación de conectores y geomalla

En la figura N ° 70, se muestra la ubicación de malla de polipropileno, mediante los conectores previamente colocados, en la construcción de los muros de adobe; en la figura N ° 71, procedimiento para el revoque del muro.



Figura N ° 70.- Fijación de malla de polipropileno, en el muro con conectores.



Figura N ° 71.- Detalle revoque muro con barro encima de geomalla.

Fuente: Vivienda Sismorresistente de Adobe Reforzado con Malla Polipropileno (PP). Expediente Técnico. COSUDE-GTZ. 2008.

Como el sismo del 15 de Agosto de 2007, también afectó a las zonas de la sierra, la PUCP, han preparado otro texto denominado: “Construcción de Casas Saludables y Sismorresistentes de Adobe Reforzado con Geomallas (zona de la Sierra)”.

En esta cartilla, explican paso a paso, y en términos sencillos, los conceptos básicos y las técnicas para construir una casa de adobe segura, saludable y resistente a terremotos con refuerzo de geomallas.

El sistema de sismorresistencia de una vivienda de adobe reforzado, en la sierra, tiene las mismas características del reforzamiento de la costa. (15)

Las investigaciones de las construcciones con adobe, realizadas en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Pontificia Universidad Católica (PUCP) y otras Instituciones, empezaron en la década del setenta, en la actualidad ya se cuenta con tecnologías que permiten atenuar la vulnerabilidad de las construcciones de adobe, ante la acción de los sismos y fenómenos naturales.

3.2 Otros estudios.

A las investigaciones del adobe, a partir de la década del 70, se sumaron otras instituciones universitarias, en el año 1975 inicia su participación la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, y la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco, lo hace a partir del año 1978.

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco.

La Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco, inicia estudios de las construcciones de adobe de la región Cuzco, en el año 1980, en base al Convenio de Cooperación realizado con las Universidades Holandesas de Amsterdam, Leiden y Tilburg, con la denominación inicial de Instituto de Investigación UNSAAC NUFFIC (IIUN); que a partir de Octubre de 1991, el instituto se denomina: Instituto de Investigación Universidad y Región (IIUR).

En el año 1985, en Cuzco se concluye las investigaciones de construcciones con adobes, de cuyos estudios obtuvieron como resultado, reforzar los muros de adobe, con carrizo o caña; confirmándose los resultados obtenidos anteriormente, en las Universidades de la ciudad de Lima.

El aporte principal del estudio experimental del Cuzco, consistió en la utilización del carrizo como refuerzo, dispuestos horizontal y verticalmente en los muros de adobes. (42).

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO.

Como ya se conoce, que la mayoría de las viviendas en el área rural del País son de adobe, en Lambayeque en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en el año 1976, se inicia el proyecto de investigación del uso de adobe, siendo el objetivo fundamental de la investigación, recuperar en lo posible los conocimientos que sobre la tecnología del adobe existen como acervo cultural de los pobladores, agregando a ello los conocimientos más actuales, para tener una Tecnología Mejorada del Adobe, para lograr adecuadas condiciones de habitabilidad y seguridad ante los fenómenos naturales.

Con este concepto, participa en el Programa COBE, (Construcción con Bloques Estabilizados), que desde su inicio, abordó el problema de la estabilización de suelos mediante el uso del asfalto RC-250 y emulsiones asfálticas, habiéndose captado la información tecnológica procedente de los Estados Unidos, International Institute of Housing Technology de la Universidad del Estado de California.

El Programa COBE, incidió en la utilización del adobe estabilizado en la albañilería, abarcando el reforzamiento del muro con carrizo, colocando horizontal y verticalmente, para soportar el efecto de las sollicitaciones sísmicas.

Para afianzar la nueva tecnología, el Ministerio de Vivienda promueve la investigación a través de la Oficina de Investigación y Normalización (OIN); este organismo coordina la participación, de otras instituciones, a fin coordinar y optimizar esfuerzos, en esta tarea; es así como se compromete la participación de: Universidad Nacional de Ingeniería. (UNI), Pontificia Universidad Católica del Perú. (PUCP), Instituto Geofísico del Perú. (IGP), Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. (UNPRG), Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC) y el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI).

La Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, mediante un convenio con el Ministerio de Vivienda, compromete a algunos estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil, en el desarrollo de dos trabajos de investigación, teniendo como marco experimental el programa COBE.

Específicamente los temas que se desarrollaron fueron los siguientes:

- a) “Investigación de los aspectos de Elaboración y Aplicación de Bloques Estabilizados”.
Proyecto Cayalti. (3)

- b) “Análisis de Costos y Presupuestos en la Elaboración, Construcción y Aplicación de los Bloques Estabilizados con Asfalto en Viviendas de Tipo Económico en la Cooperativa Cayalti. (COBE)”. (24).

Algunos aspectos de estos temas, serán tratados en el desarrollo de los capítulos IV y V del presente estudio.

3.3. Normatividad en construcciones con adobe.

La norma, que rige las construcciones con adobe en nuestro país, es el resultado de estudios e investigaciones, de instituciones involucradas en el tema de la construcción con este material, teniendo como objetivo, subsanar las deficiencias de las edificaciones, que se han realizado en forma empírica y masiva.

3.3.1.- Manual de CRYRZA.

La primera norma o manual que se preparó para la construcción de viviendas de adobe, con especificaciones precisas, para que las futuras viviendas tengan buen comportamiento, ante los fenómenos naturales, fue la que preparó la Comisión de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada (CRYRZA).

Este manual establece, que las fallas de las edificaciones se deben principalmente a la mala calidad del suelo para la preparación de los adobes, dimensiones de los bloques de adobe, a las trabas y encuentros de muros en forma inadecuada, vanos de puertas y ventanas muy anchos y dinteles con poco empotramiento, techos pesados en más de un piso y construidas en suelos compresibles y en lugares de alta sismicidad.

El manual también precisaba, el proceso de fabricación de los adobes, y la construcción de la vivienda, estableciendo recomendaciones básicas como la de limitar la edificación a un piso, usar concreto ciclópeo en la cimentación, juntas horizontales y verticales de 2 centímetros, longitudes y alturas de muros limitados, longitud máxima 10 veces su espesor y altura de muro máximo 8 veces su espesor, usar vigas collar en la parte superior de los muros, techos livianos con pendiente moderada e incorporar contrafuertes en esquinas y en los encuentros de muros, entre otros.

Este manual ha sido el punto de partida para los estudios e investigaciones, para luego desarrollar otros documentos técnicos que han ido mejorándose, hasta llegar a la Norma E-080Adobe, que actualmente ha incorporado el anexo 01, para el uso de mallas de

polipropileno o geomallas, como refuerzo en los muros de adobe, precisando la forma cómo debe ser usado, y el revestimiento que debe tener para su eficiente comportamiento.

3.3.2.- Primer proyecto de Normas para construcciones de adobe.

La Universidad Nacional de Ingeniería, gracias a los trabajos de investigación dirigidos por el Dr. Ricardo Yamashiro y sus colaboradores, aportaron en el año 1977, con la propuesta: “Primer proyecto de normas para la construcción con adobe en el país.”

Este Primer proyecto de normas, contiene las recomendaciones generales que se dieron en el Manual de CRYSZA, en lo referente a la cimentación, altura y trabe de medio adobe en la construcción de muros, el ancho de vanos de puertas (igual o menor a 1.20 m), colocación de viga solera etc.; lo novedoso es lo referente a la cimentación que puede ser de concreto ciclópeo, protección de los muros de una eventual erosión, con la construcción de sobrecimientos de concreto; pero lo más saltante es la presencia del refuerzo de muros, con caña brava o carrizo, colocados vertical y horizontalmente, para soportar la acción sísmica. (40).

3.3.3.- Norma Técnica E.080 Adobe.

En 1985, se aprobó la nueva Norma E-080 para la construcción con adobe en el país, que recogió los puntos precisados en el Primer Proyecto de Normas para la construcción con adobe, propuesto por la UNI, y los resultados de las investigaciones desarrolladas en la PUCP hasta ese año.

Esta norma, se ha mejorado e implementado con el transcurrir del tiempo, y de acuerdo a los fenómenos sísmicos que se han producido en nuestro país, en los últimos años.

Así mismo, comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería, así como sus características, comportamiento y diseño. El objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe, es proyectar edificaciones de interés social y de bajo costo, que resistan las acciones sísmicas, evitando en lo posible el colapso frágil de las mismas. Se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe, tomando como base la realidad de las construcciones de este tipo, existentes en la costa y la sierra. Precisa que los proyectos que se elaboren con alcances y bases distintos a las consideradas en la presente Norma, deberán estar respaldados con un análisis y estudio técnico.

En la Norma E-080 de 1,985 y 2000, en uno de sus acápite, especifica el uso de mortero en las construcciones con adobe, tal como se indica en el siguiente cuadro:

	Mortero Tipo I	Mortero Tipo II
Norma E-080 vigente (2000)	Mezcla de suelo con un aglomerante cemento, cal o asfalto. Las proporciones se harán de acuerdo a la granulometría de los agregados.	Su composición debe ser igual a la de los adobes y no será de menor calidad.
Norma E-080 anterior (1985)	Mezcla de cemento-arena en una relación volumétrica que varía entre 1:5 y 1:10	Cumplirá los mismos lineamientos que las unidades de adobe y no será de menor calidad

Cuadro N ° 06: Tipos de mortero especificados en la Norma E-080.
Fuente: "Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación NTE E.080 Adobe", Sencico.

Refuerzos.- Como se ha precisado, una característica de las mejoras obtenidas en la técnica de construcción con adobe, ha sido la introducción de sistemas de reforzamiento. Esto puede ser conseguido, mediante el uso de arriostres en los muros, destinados principalmente a incrementar la resistencia y estabilidad de los mismos, y con la colocación de refuerzos al interior de los muros para aumentar su ductilidad. También pueden ser empleados otros tipos de refuerzos que la Norma posibilita. Se describen a continuación los refuerzos que se han mencionado

Para que los arriostres tengan buen comportamiento, deberá cumplir, de acuerdo a la Norma, suficiente anclaje en los muros, para una adecuada transferencia de esfuerzos. Un primer tipo de arriostres, son los verticales que están constituidos por muros o contrafuertes transversales. El arriostre horizontal, lo constituye la Viga Solera o Viga Collar, que son colocados en el borde superior de los muros que se desea arriostar.

También, es menester indicar que la Norma E-080, permite el uso de vigas y columnas de concreto armado. Esta posibilidad es poco usado por razones de costo.

En las construcciones de adobe, se pueden observar distintos tipos de techo, dependiendo de la región en la que se encuentre. En zonas campesinas costeñas las casas de adobe, suelen tener techos planos, horizontales, conformados por vigas de eucalipto o Guayaquil, que soportan una superficie formada por carrizos o caña brava, cubierta generalmente por una

torta de barro mezclada con paja; también se usa otros tipos de cobertura (asbesto cemento, calamina, etc.).

En la sierra, los techos suelen ser inclinados y presentan aleros, para proteger los muros, del agua de lluvia. Los techos tradicionales, se construyen empleando vigas de eucalipto muy robustas y separadas, las que se apoyan muchas veces directamente sobre los muros, produciendo cargas concentradas en éstos; sobre la vigas se colocan correas también de eucalipto, luego una superficie de cañas que se cubren con torta de barro y luego tejas de arcilla cocida. En otras zonas serranas, el techo está cubierto de material liviano como es la calamina; si se usa torta de barro en la sierra, debe ser de 4 a 5 cm de espesor, de ser factible estabilizado con asfalto, de 2% a 4 % en peso del material usado para el barro.

Lo expuesto, son algunos puntos nuevos, que precisa la nueva Norma E-080 que está vigente para la construcción de viviendas de adobe. (29).

3.3.4 Refuerzo de geomalla en edificaciones de adobe.- Anexo 1 Norma Técnica E.080 Adobe, del Reglamento Nacional de Edificaciones

Otro avance en las Normas de construcción con adobes, es la incorporación del Anexo N ° 01, a la Norma Técnica E-080 Adobe, del Reglamento Nacional de Edificaciones, que consiste en la colocación de mallas de polipropileno o geomallas para reforzar los muros. La malla de polipropileno o geomalla, comienza en la cimentación de la vivienda, que cubrirá ambas caras de los muros y empalmará con un traslape en la viga collar superior. La geomalla será empotrada en los sobrecimientos, y cubrirá al muro en ambos caras, fijados a través de los pasadores de rafia o similar, que han sido incorporados al momento de levantar los muros. Las mallas envuelven la totalidad de los muros portantes y no portantes abarcando los bordes de los vanos, puertas y ventanas.

Una vez que se ha colocado o amarrado la malla a los muros, procede el tarrajeo con mortero tierra-arena, proporción: 1:1, cubriendo totalmente la malla de polipropileno o geomalla, con 2.5 cm. de espesor como máximo. (21).

3.3.5 Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Documento oficial, que contiene todas las Normas referente a las diferentes actividades de la construcción, establece deberes y obligaciones de los actores, que intervienen en la actividad edificatoria, así mismo especifica las normas de seguridad correspondiente, etc.

El Reglamento Nacional de edificaciones, en su primer artículo establece: “Es la norma técnica rectora en el territorio nacional, que establece los derechos y responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso edificatorio, con el fin de asegurar la calidad de la edificación”.

También se precisa: “Que los derechos y responsabilidades de los actores, están determinados por lo dispuesto por la presente norma, la Ley de Procedimiento Administrativo General, el Código Civil, Código Penal y las demás disposiciones que le sean aplicables”.

CAPITULO IV

CARACTERÍSTICAS DE LAS CONSTRUCCIONES CON ADOBE

Las construcciones con adobes en nuestro país representa un 30% de las viviendas en el área urbana, y en la parte rural este porcentaje se incrementa en un 60% del total. Esto indica que según la zona donde se construya con este material, ya sea costa o sierra, el uso de la tierra y algún otro material que se le añada, para mejorar su consistencia, diversifica la forma, tamaño y resistencia. Las técnicas utilizadas para la elaboración del adobe, por lo general son empíricas, recopiladas a través de la experiencia familiar y transmitidas en el tiempo, son además motivo de una práctica de autoconstrucción muy activa, de ayuda comunitaria, de participación.

A pesar, que de alguna manera, esta práctica ayuda en parte a solucionar la carencia de vivienda sobre todo en las zonas más pobres del país, es latente el problema que representan cuando se edifican en zonas no adecuadas y por lo general de alto riesgo, incrementando la vulnerabilidad de la edificación y la integridad física de las familias.

Este capítulo describe las características de los procesos que se emplean para elaborar el adobe, tanto en la costa como en la sierra; describe también la forma de fabricación del adobe estabilizado, empleado en el programa COBE; así mismo se detalla, la manera cómo se desarrolló dicho proyecto en Cayalti.

Se busca establecer un modelo de conocimientos en la elaboración de este tipo de adobe, que sirva para futuras investigaciones y programas similares.

4.1.- Definiciones

Adobe.- Es una Masa de barro, frecuentemente mezclada con paja, moldeada de forma prismática, sin cocer, secada al aire, empleada en la construcción de muros de fábrica, paredes y tabiques. En ocasiones, se puede añadir cal, grava, estiércol para darle mayor consistencia. En la región de la Costa peruana también se utiliza con frecuencia la caña de azúcar cortada en pedazos (bagazo) que se mezcla con la tierra, el agua y el estiércol.

Asimismo, como otra definición el adobe es un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos (asfalto, cemento, cal, etc.), con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad. (De la Norma E.080 Adobe).

Arena.- La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas.

En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros (mm).

Arcilla.- La arcilla está constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratado, procedentes de la descomposición de minerales de aluminio. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, siendo blanca cuando es pura. Surge de la descomposición de rocas que contienen feldespato, originada en un proceso natural que dura decenas de miles de años.

Barro.- Mezcla de tierra y agua y otros elementos en menor proporción.

Cantera.- Lugar de donde se extrae la tierra para hacer los adobes.

Gavera.- Término empleado en los países de idioma español, caja de madera cepillada donde se moldea el barro para hacer los adobes. Este molde puede ser con fondo o sin él.

Limo.- El limo o légamo es un material suelto con una granulometría comprendida entre la arena fina y la arcilla. Es un sedimento plástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados. Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de limo varía de 0,002 mm a 0,06 mm.

Mortero.- Material de unión de los adobes, puede ser barro simple, barro estabilizado: cemento-cal-arena o cemento y arena.

Moldeo.- Proceso que consiste en darle forma a la unidad de albañilería (adobe).

Mezcla.- Producto o resultante de combinar la tierra con otros materiales.

Muro.- El muro es el elemento estructural que resiste la mayor parte de las cargas actuantes en las construcciones de adobe, por lo que debe de estar arriostrado; así mismo, a mayor o más grandes aberturas para puertas y ventanas, estaremos restando resistencia a la construcción.

Suelo Estabilizado.- Suelo al que se ha incorporado otros materiales con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad, en forma especial, ante la humedad.

Tendal.- Área destinada para el tendido y secado del adobe.

4.2.- Características del adobe común

Generalmente, el adobe, está conformado por una mezcla de un 20% de arcilla y un 80% de arena y agua, la cual se introduce en moldes o gaveras y luego de desmoldar se deja secar al sol por lo general unos 25 a 30 días. Para evitar que se agriete al secar se añaden a la masa

paja, crin de caballo, heno seco, viruta que sirven como armadura y se cuida que se tenga un secado lento y controlado.

Las dimensiones adecuadas deben ser tales que el operador o albañil puedan manipularlo adecuadamente, en general son de 40 cm por 40 cm, pero hay variaciones que pueden ser importantes dependiendo de la zona.

Son vulnerables (se deshacen) ante la lluvia, por lo que, generalmente, requiere un mantenimiento permanente, se protege enluciendo con capas de barro (revoques de barro). No es correcto hacerlo con mortero de cemento, puesto que la capa resultante es poco permeable al vapor de agua que conserva la humedad interior, por lo que se deterioraría desde su interior.

Lo mejor para las paredes externas es la utilización de enlucido, con cal apagada en pasta, arcilla y arena, para la primera capa; en la segunda, solamente pasta de cal y arena. Para las paredes internas se puede hacer una mezcla de arcilla, arena y agua.

En países como el nuestro y en especial en nuestra zona andina el mismo poblador fabrica sus adobes, auto construyendo su vivienda.

Las investigaciones de la elaboración de adobe han mostrado lo siguiente:

La inclusión de fibras vegetales puede servir como atracción para las termitas.

Si el secado del adobe sin fibras ocurre en la sombra, la retracción es menor.

Asimismo el empleo del adobe en la construcción de viviendas produce determinadas características en la construcción como tener una gran inercia térmica, por lo que sirve de regulador de la temperatura interna; en verano conserva el frescor, y durante el invierno el calor interno. (30).

4.3. Fabricación del adobe común.

El proceso no ha cambiado desde que el hombre, en la más remota antigüedad, construyó su primera casa de barro. El primer paso, es la extracción de la tierra a la que se elimina minuciosamente de todo tipo de impurezas. Acto seguido se hace una mezcla de tierra, agua, paja y en ocasiones estiércol. La masa resultante se vacía sobre una explanada cubierta de paja donde previamente han sido instalados unos moldes de madera húmeda que se denominan "gaveras". Una vez aprisionada la masa en los moldes, se la deja secar tres cuatro días hasta que tome forma. Y sin estar suficientemente secos los adobes se colocan en posición de canto para que se oreen por las dos caras.

Para el proceso de fabricación del Adobe se siguen las siguientes etapas. :

Búsqueda de la tierra adecuada

Elaborar adobes de buena calidad implica realizar como primer paso una adecuada selección de suelo. Para tal fin, existen un conjunto de pruebas de campo como las pruebas del rollito, la botella, la bolita y el disco. Estas pruebas permiten tener mucha seguridad en relación con el suelo escogido y pueden orientar todo el siguiente proceso de preparación de adobe; sin embargo, suelen ser muchas veces difíciles de aplicar en razón de la distancia a la que suelen encontrarse las canteras; por ello, su aplicación será justificable para poder obtener la tierra adecuada para la elaboración del adobe.

En la búsqueda de la tierra adecuada, para la elaboración del adobe se deben de tener presente los siguientes requisitos:.

- a) La tierra con la que se elabora o fabrica el adobe, debe ser limpia, sin piedras ni materia orgánica.
- b) Debe contener un balance apropiado de arena y arcilla.
- c) Suelos arcillosos ocasionan demasiado encogimiento y fisuras.
- d) Suelos arenosos no tienen suficiente ligazón entre partículas, los bloques se desmoronan.
- e) Suelos con sales solubles, atrae la humedad.

Se debe desechar este tipo de suelos. (27)

Para conseguir un adobe de buena calidad, se debe escoger un suelo que cuente con una adecuada proporción, entre sus contenidos de arena y de arcilla, formando esta última parte de los materiales finos del suelo. La arcilla es un material que tiene propiedades adhesivas y ligante, y actúa como un cementante de las arenas, las que constituyen los inertes del suelo y que le confieren su capacidad resistente.

En general, de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos-SUCS, pueden considerarse aceptables los suelos cuyo porcentaje de arenas varíe de 55 a 75% (retenidos en la malla N° 200) y el porcentaje de finos entre de 25 a 45% (limos, arcillas, etc. que pasan la malla N° 200).

Sin embargo en ningún caso se aceptarán suelos con más de 18% de arcillas. Un porcentaje mayor de arcilla puede producir cambios volumétricos indeseables en los adobes. Sobre este punto, la Norma recomienda que la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: Arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, estos porcentajes están relacionados al volumen de estos elementos que se encuentran en el suelo.

En cuanto a los límites de Atterberg, es recomendable que el límite líquido varíe entre 20 y 40; por debajo de 20 se trata de suelos no cohesivos, y por encima de 40 el comportamiento del suelo es deficiente ante la humedad. Es recomendable que el índice plástico sea menor que 20.

De otro lado el porcentaje de sales solubles no debe superar el 0.3%, dado que un mayor porcentaje, ocasionará posteriormente el desmoronamiento del adobe, pulverizándolo literalmente, proceso que se agrava ante la presencia de humedad. La presencia de sales puede observarse en muchos casos cuando el suelo presenta un color blanquecino - grisáceo. En caso de duda se puede aplicar al suelo unas gotas de solución de ácido nítrico al 5%, de producirse burbujeo, ello indicará presencia de sales y hará conveniente profundizar los ensayos de laboratorio.

Es también muy importante evitar la presencia de materia orgánica en el suelo seleccionado para hacer adobes, puesto que ésta incrementa en gran medida el encogimiento de los adobes y reduce su resistencia al generar vacíos debidos a su proceso de descomposición. En muchas ocasiones se suele utilizar como canteras terrenos de cultivo, con el riesgo de introducir materia orgánica; por ello, en caso de que se utilice tales terrenos, deberá retirarse previamente la capa superficial que contiene la materia orgánica y emplear las capas más profundas, situadas por lo menos a unos sesenta centímetros de la superficie. (27)

Es importante señalar, que el comportamiento de un suelo depende en gran medida de su contenido de finos, variando éstos a su vez de acuerdo a su composición mineralógica. Por ello puede ocurrir, que suelos de igual granulometría presenten comportamientos muy diferentes. Lo dicho es una de las razones por la que se recomienda ensayar los suelos en estudio, elaborando adobes similares en forma y dimensiones, a los que se desea utilizar en obra. La observación de estos especímenes, puede ser el método más eficaz para conocer la aptitud de un suelo, para utilizarlo en la preparación de adobes y la bondad de una cantera.

Otro aspecto que debe ser considerado es el esfuerzo de compresión del suelo, que se determina elaborando especímenes de prueba, para ser ensayados en laboratorio. (47).

Selección de cantera.

Para establecer que una cantera contiene suelos para fabricar adobes, se deberá realizar ensayos de campo para determinar su calidad.

Además de ello será muy deseable que su ubicación sea lo más cercana a la obra, a fin de reducir los gastos de transporte. Un factor muy importante será la presencia de agua cercana a la cantera. De existir, sería económicamente muy favorable fabricar los adobes al pie de la cantera, dado que siempre será más fácil y menos costoso trasladar adobes que tierra suelta. Si se moldean los adobes en el lugar de extracción, el volumen a transportar se reduce en un 40%. El volumen de suelo necesario es 20% mayor que el volumen de adobes.

Ciertamente, ubicar una cantera puede ser una tarea difícil, si no se cuenta con referencias previas, y podría significar la realización de numerosos ensayos de campo para seleccionar el mejor lugar. Por eso, será muy útil conversar con los pobladores de la localidad, en la cual se construirá la obra, en especial con aquellos que poseen viviendas de adobe cuya calidad sea satisfactoria.

Como se explica en líneas anteriores, en muchas ocasiones suelen utilizar como canteras terrenos de cultivo, con el riesgo grande de introducir materia orgánica; por ello, en caso de utilizarse tales terrenos, reiteran, deben retirarse previamente la capa superficial que contiene la materia orgánica y emplear las capas más profundas, situadas por lo menos a unos sesenta centímetros de la superficie.

Podría ser necesario proceder a la mezcla de suelos, dado que no siempre es posible encontrar suelos totalmente adecuados en la misma cantera, pudiendo ser los suelos de ésta muy arcillosos o muy arenosos, lo que genera la necesidad de realizar una compensación, mezclando suelos, para el material apto.

Tomar en cuenta, lo que a continuación, se precisa:

- a) Se debe de tomar como referencia la fuente de procedencia del suelo utilizado en anteriores construcciones.
- b) En la selección de cantera se debe hacer una inspección, de algunas zonas vecinas cercanas a la construcción a practicar, determinando la que reúne los requisitos, por la facilidad de transporte y el aspecto económico.
- c) Se deberá identificar la zona donde se elaborará los adobes, que debe contar con área para almacenar el suelo, preparación del barro, fuente de agua y área (tendal) para la elaboración de los adobes, área de secado.
- d) Para determinar el suelo apto para la elaboración de los bloques o adobes, se preparará algunos especímenes de diferentes zonas o canteras, para observar su comportamiento, a la compresión. (27).

Preparación del barro

Seleccionada la cantera de procedencia del suelo a utilizar en la elaboración de los bloques, la tierra o suelo no debe contener piedras ni materia orgánica o elementos extraños, se limpiará convenientemente.

La tierra o suelo debe ser humedecido totalmente, y debe permanecer en reposo por el lapso de uno o dos días; esta operación se denomina “podrir el barro”, para que reaccionen totalmente los componentes, en forma especial la arcilla.

Mezclado

Se remoja el suelo seleccionado, retirándose las piedras y otros elementos extraños. Se agrega agua poco a poco, realizándose el mezclado con lampas y amansando con fuerza el barro con los pies. Se va agregando paja a la mezcla de barro en una proporción de 20 % en volumen para controlar las rajaduras de los adobes.

Es muy importante mantener el barro ya mezclado en reposo húmedo, durante un día o dos, antes de proceder al moldeo de los adobes, en las figuras siguientes se observa el proceso indicado.



Figura. N ° 72.- Mezclado de barro.

Figura. N ° 73.- Reposo de barro.

Fuente: “Construcción de módulos básicos de vivienda en adobe reforzado”, Sencico.

Elaboración de adobes.

El proceso de elaboración de los adobes, se hace utilizando unos moldes con fondo o sin fondo, que se denomina gavera.

Las gaveras para hacer adobes suelen tener dimensiones variables, su altura o espesor entre 8 a 10cm. Las medidas de ancho y largo varían dependiendo de la ubicación geográfica.

Las gaveras están contruidos de madera nacional (tornillo), por lo general tienen 1 pulgada de espesor, se puede emplear todo tipo de madera, siempre y cuando estén en buenas condiciones de conservación.

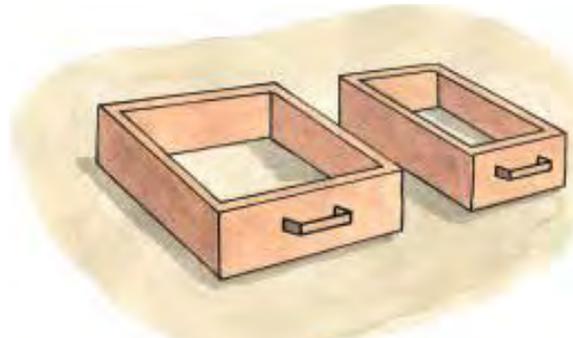


Figura N ° 74: Gaveras para la elaboración de adobe.

Fuente: Manual de Construcciones Sismorresistentes en Adobe Tecnología de Geomalla
SENCICO Lima 2009. Web: www.gtz.de/peru.

Cuando usan gavera sin fondo, la producción es mayor, pero obtendrán menor compactación; como el moldeo se hace en el suelo, habrá mayor despliegue de energía por parte de los trabajadores.

Cuando se usa gavera con fondo, la producción es menor y habrá mayor compactación.

La gavera, llenado de barro, se nivela con una regla, eliminando el exceso del mismo.

La gavera, después de cada uso, se debe limpiar y rociar con arena para evitar que el barro se pegue y se deforme el adobe.

Tendal.

Como ya se ha indicado, debe precisarse una zona para el secado de los adobes, que se denomina tendal, que debe ser limpia, nivelada y lo suficientemente extensa para abarcar, la producción de varios días.

Para evitar la adherencia de elementos extraños, entre el adobe y el tendal, que podría generar grietas y fisuras, se colocará una capa de arena fina o arenilla, en el tendal, que permita separar fácilmente los elementos adheridos.

El secado, depende del clima, pudiendo tardarse de 2 a 4 semanas.

Si el clima es muy caluroso, los adobes se pueden secar bajo sombra durante los primeros dos días, para evitar el secado brusco que podría generar fisuras y gran porcentaje de desperdicios por agrietamiento.

Después de tres días de secado, se colocaran los adobes en posición de canto, para que el secado sea rápido y uniforme.



Figura N ° 75. Se muestra el tendal y el proceso de secado de adobes.
Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES)
<http://www.predes.org.pe>

Los adobes secados, son colocados en un lugar específico, zona para almacenamiento, en donde se pueda luego, colocar en un medio de transporte, vehiculo de carga o parihuela para ser enviados al lugar de la construcción.

Con los adobes producidos se inicia el proceso constructivo. (27).

4.4.- Características de las construcciones de adobe en la costa

Las edificaciones de adobe en la costa del Perú, básicamente hablando de la arquitectura doméstica o de vivienda, a través de la historia se han construido, sin tomar en cuenta los lineamientos técnicos básicos, para este tipo de construcciones.

Entre las características más importantes de las construcciones en la costa citaremos:

- 1.- Por lo general, el asentamiento de las edificaciones o construcciones se efectúan en terreno que carecen de pendientes acentuadas, básicamente son superficies planas.
- 2.- Los materiales complementarios en la fabricación del adobe, son viruta, pajilla de arroz y bagacillo.
3. La distribución arquitectónica responde a los patrones del poblador típico de la costa, es decir, una sala, comedor, dormitorios y baños.
4. Los techos presentan, pendiente ligera por la escasez de lluvia, es frecuente el uso de coberturas de otros materiales (planchas de asbesto cemento, calamina, etc.)
5. La altura de la construcción, generalmente, es un solo piso.

6.- Las deficiencias de este tipo de construcciones van desde la mala ubicación e implantación de la vivienda, la mala elaboración de la unidad de albañilería (adobe), hasta incurrir en una mala práctica en el proceso constructivo.

Haciendo un recuento de estas principales deficiencias podríamos citar, entre otras, las siguientes:

1. Mala elección del área para edificar, zonas de riesgo a peligros naturales.
2. Carencia de Planificación formal y dirección técnica. (Empirismo).
3. Construcción de viviendas de más de dos pisos.
4. Carencia de cimentación, y de poca profundidad.
5. Deficiencia en la elaboración de adobes, mala calidad de la materia prima utilizada y la técnica de producción.
6. Mano de obra no calificada en el levantamiento de los muros.
7. Uso de adobe sin el secado adecuado.
8. Relleno incompleto de la junta, en la capa horizontal entre los adobes
9. Relleno incompleto en las uniones verticales entre adobes.
10. Mala concepción de traba en los encuentros de muros.
11. Mala calidad del asentado del adobe.
12. Pésima ejecución de recubrimiento o enlucido.
13. Omisión durante la construcción de tacos de madera para la fijación de marcos de puertas y ventanas.
14. Vanos de puertas y ventanas muy anchas con escaso tramo de apoyo de los dinteles.
15. Excesiva distancia de muros perpendiculares y contrafuertes.
16. Dimensión insuficiente de los aleros de techos par protección de lluvias.
17. Deterioro de las viviendas por antigüedad, no se practica mantenimiento.

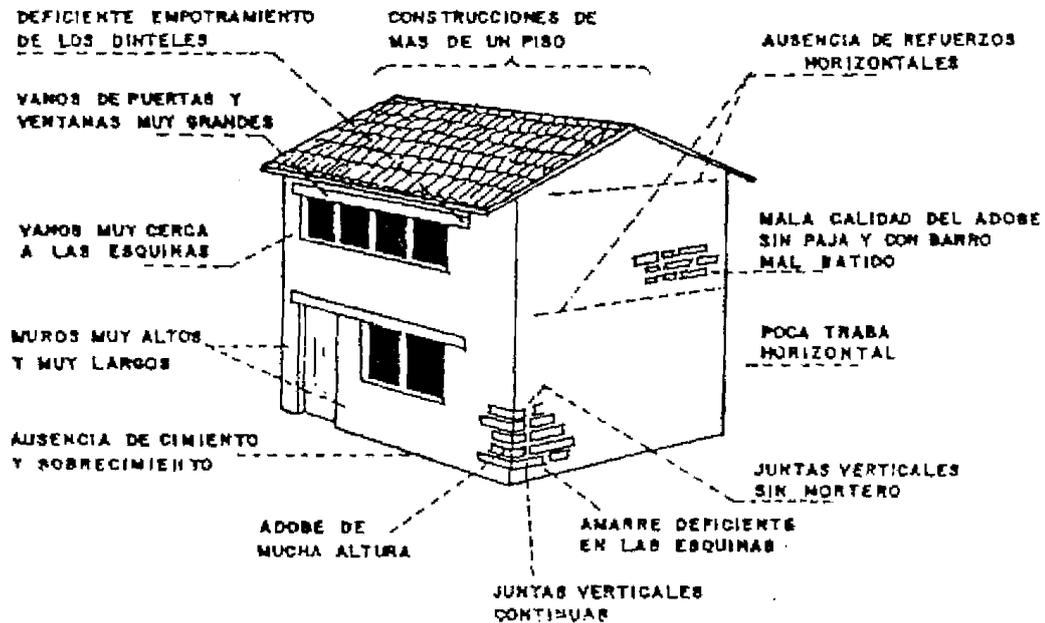


Figura N° 76. Esquema de las deficiencias en la construcción de viviendas con adobes.
Fuente: Manual para la construcción de viviendas de adobe. Morales, R.; Cabrejos, R; Rengifo, L; Candiotti, C. CISMID-FIC-UNI. Lima 1993

También otras deficiencias son:

18. Deficiente confinamiento y/o arriostre de los muros.
19. Poca o ninguna protección de los muros contra su debilitamiento por el fenómeno de la erosión.
20. Uso exagerado de muros de sogá.
21. Techos muy pesados y soluciones constructivas deficientes en el empalme con los muros.
22. Dimensionamiento incorrecto de muros, poco espesor excesivo largo y alto. (22)

4. 5.- Características de las construcciones de adobe en la sierra

La tipología de las construcciones de adobe en la sierra del Perú, básicamente responde o están diseñadas para contrarrestar los embates del clima, que en algunos casos son extremos. Dentro de las características más importantes de las construcciones de adobe en la sierra podríamos citar:

- 1.- Edificaciones se realizan generalmente, en terrenos con pendiente acentuada.
- 2.- La distribución de ambientes es más simple, y de uso compartido.
- 3.- Los techos tienen una pendiente pronunciada, siendo la más común de una o dos aguas.

- 4.- Las unidades de albañilería (adobe), contienen paja de cebada, trigo, ichu o goma de tuna para darle mayor consistencia.
- 5.- Por lo general las viviendas son de dos plantas, y la cobertura es de teja andina (vivienda rural) o calamina galvanizada (vivienda urbana).
- 6.- Falta de Planificación y dirección técnica. (Empirismo).
- 7.- Falta de cimentación, y de poca profundidad.
- 8.- Deficiente calidad en la elaboración de adobes.
- 9.- Mano de obra no calificada en el levantamiento de los muros.
- 10.- Empleo de adobe sin el secado adecuado. (22)

Las deficiencias de las construcciones de adobe en la sierra, son similares a las de la costa.

4.6. Diferencias entre las construcciones de adobe en la costa y la sierra.

Las casas de adobe se diferencian por su tamaño, material complementario de construcción. También por la forma de sus techos, y la disposición de sus muros, puertas y ventanas. Pero, a pesar de sus diferencias, todas las casas de una misma región, ciudad, pueblo o caserío tienen siempre cierto parecido, algo en común.

Entre las principales diferencias tenemos, referente al clima, a los materiales de construcción disponibles en la zona, y a la condición urbana o rural del lugar donde se construye la vivienda. Donde hace mucho calor, las habitaciones suelen ser grandes, con techos altos y muchas ventanas. De esa manera el aire circula fácilmente y la pieza se mantiene fresca. En las siguientes figuras, se muestra las principales diferencias entre una vivienda de la costa y la sierra, construidas con adobe.

Esta característica es típica de las casas de adobe de la costa norteña. Por el contrario en las zonas frías, o alto andina, por ejemplo, los ambientes deben ser pequeñas, los techos bajos y pocas ventanas, para mantener caliente el aire. Si en el lugar llueve mucho-como en la sierra- los techos son inclinados y están hechos con tejas, calaminas, paja u hojas de palmera, para que el agua se deslice hacia los costados sin filtrar a los ambientes. En cambio, como en la costa no llueve y sólo cae a veces una ligera garúa, en ella los techos son planos y pueden hacerse de carrizo o tablas cubiertas de barro. Donde no hay abundancia de árboles grandes, todas o muchas de las casas pueden hacerse de quincha o de adobe. Por otra parte, en el campo y pueblos pequeños, las casas suelen tener patios, huertas y corrales. En cambio, en las ciudades las casas son pequeñas, se ubican muy juntas, una al lado de otra o una encima de

otra, porque los terrenos son escasos y caros. La condición económica del dueño de la casa también influye. Naturalmente, quien tiene más dinero puede hacerse una casa más grande y con mejores materiales. Pero, al final, el aspecto de una casa depende, fundamentalmente, de la cultura de sus habitantes, es decir, depende de quienes viven en ella.

En las siguientes figuras, se muestra las principales diferencias entre una vivienda de la costa y la sierra, construidas con adobe.



Figura N ° 77.-Vivienda de adobe de la costa.



Figura N ° 78.-Vivienda de adobe de la sierra.

Fuente: Tesis de Ingeniería Civil: "Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú. Contribución a la Enciclopedia Mundial de vivienda. Manco R. M.; Gutiérrez A. L. PUCP. Lima 2006.

4.7. Construcciones de adobe estabilizado con asfalto.

Adobe Estabilizado, es el adobe que tienen cualidades o características diferentes a los adobes comunes y corrientes, utilizados para la construcción de viviendas; siendo éstos últimos muy vulnerables a la humedad y a la acción sísmica; en las zonas lluviosas absorben la humedad, de tal manera, pueden llegar a colapsar.

El adobe estabilizado, es el adobe mejorado, con la adición de asfalto, en porcentaje en peso del adobe, para darle consistencia. Fundamentalmente, adquiere la propiedad de ser impermeable, es decir, que no absorbe humedad ante la presencia del agua de lluvia o de inundaciones. De acuerdo a las normas, los muros de adobe se aíslan de la humedad, mediante el uso de cemento y sobrecimientos de concreto ciclópeo.

Otro aspecto que consideran, es el esfuerzo de compresión del adobe, que se determina mediante ensayos de especímenes en el laboratorio. Después de ubicar la cantera del suelo apto, para la elaboración de los bloques estabilizados, se debe realizar el ensayo de compresión simple, para ello se elabora bloques de prueba. Los resultados deben de estar dentro del rango establecido por la Norma E.080 Adobe. ($f'c = 12.00 \text{ Kg./cm}^2$ como mínimo)

Para obtener los valores antes indicados, y hallar los valores más representativos, el suelo que se empleará para la elaboración de las muestras de ensayo, se humedecerá con 24 horas de anticipación, de tal manera que la porción de finos entren en actividad, en especial las arcillas para que hagan la función de cementante. (30) (31).

4.7.1.- Proceso de la elaboración de adobe estabilizado.

4.7.1.1.- Determinación de la cantera.

Se hará la búsqueda de una cantera, que se encuentre cerca de la zona de construcción, que tenga el suelo que reúna los requisitos, y el volumen suficiente.

- El suelo requerido para la elaboración de bloques estabilizados con asfalto, deberá tener las mismas características del suelo empleado en la elaboración de los adobes comunes y corrientes; por lo tanto en el lugar de la fabricación o en la zona de construcción con bloques estabilizados, se debe tener la cantidad suficiente de material o suelo apto (tierra), para efectivizar un proyecto.

- Generalmente, un suelo apto para la elaboración de adobes o bloques estabilizados, debe tener porcentajes adecuados de finos y arenas. Entendiéndose como finos al que incluye los limos y arcillas.

Un alto contenido de arcilla ocasiona contracción al momento del secado, produciendo las fisuras en los adobes; y elevado contenido de arenas origina desmoronamiento de los bloques con solo frotar la superficie con los dedos, e indica a la vez que estos poseen poca resistencia a la compresión simple.

Para evitar todos estos inconvenientes, un suelo debe tener un porcentaje balanceado de finos y arenas correspondientes en volumen. :

Arena.....	55 % a 75 %
Finos.....	25% a 45 %

De los últimos porcentajes máximo 18 % de arcillas.

- La primera capa de suelo de una cantera, no debe utilizarse para elaborar bloques, porque estos contienen materia orgánica, que al ser expuesto al secado produce encogimiento y en presencia de humedad se descompone, restando resistencia y duración. Todo suelo que contiene materia orgánica en su composición no debe ser empleado en la producción de adobes estabilizados.

- Un suelo apto para la fabricación de adobes estabilizados no debe poseer más de 0.3% de sales, siendo estos de cualquier tipo, total o parcialmente solubles en agua, sulfatos, cloruros y carbonatos.
- Determinado el suelo apto para la elaboración de los bloques estabilizados, se debe elaborar bloques de prueba para ser ensayados a Compresión Simple y Flexión (módulo de rotura).
- En caso de no contarse con un laboratorio de Mecánica de Suelos, se realizará ensayos rápidos de campo para hacer la clasificación del suelo, desde el punto de vista de sus componentes granulométricos, es decir, determinar el porcentaje aproximado de arenas y finos, y para utilizarlos debe de estar en el rango indicado líneas arriba.

Posteriormente se practicará el ensayo de compresión simple, justamente será este ensayo, el que determinará la calidad del suelo. (29). (30).

4.7.1.2. Preparación de la gavera y el tendal.

La gavera o adobera es un molde abierto, con las dimensiones internas, del adobe a elaborar. Recomiendan, fabricar gaveras de madera con fondo, para evitar que el adobe presente mucha irregularidad en su cara de asentado. Estas gaveras deben tener dimensiones internas mayores en un centímetro, que las dimensiones del adobe, porque el suelo se contrae al secar. Si los adobes a elaborar son de 38cmx38cmx8cm, las dimensiones internas de las gaveras, serán 39cmx39cmx9cm, mientras que para los medios adobes las dimensiones internas de los moldes serán 39cmx18cmx9cm. En el siguiente esquema, se muestra la gavera para adobe normal y para adobe con alveolo para la colocación de refuerzo vertical.

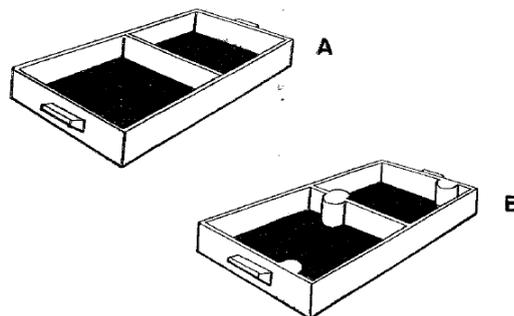


Figura N° 79: Gaveras para la elaboración de adobe normal y con alvéolos.
Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
Tecnologías en la erradicación de la pobreza.

El tendal es el área donde se elabora y seca el adobe.

Para esto se debe seleccionar un terreno plano y limpio, cubriendo la superficie con arena fina, para que el adobe no se quede pegado. De preferencia el tendal debe ser techado con

esteras para proteger al adobe del sol, mejor si se techa con plástico para protegerlo de la lluvia. Antes de elaborar un adobe, lavar el molde y espolvorearle arena fina; culminada la tarea de elaborar adobe, se extrae la gavera, y ésta desliza por la presencia de la arenilla.

A continuación, en la figura siguiente, se muestra las herramientas que se utiliza para las actividades de búsqueda o selección de cantera y elaboración de los adobes. (35)



Figura N ° 80.- Herramientas empleadas en la elaboración de adobe
Fuente: "Construcción de Casas Saludables y Sismorresistentes de Adobe Reforzado con Geomallas". Vargas N., J; Torrealva, D.; I Blondet, M.

4.7.1.3.- Preparación del barro.

El suelo procedente de la cantera se humedece y se hecha agua hasta formar barro, revolviéndolo con una lampa.

Luego se le deja dormir, de uno a dos días, para que la arcilla pueda humedecerse totalmente, y reaccione como cementante; al barro se le ha agregado asfalto o estabilizador, en un porcentaje en peso seco del suelo, generalmente 2%.

Para evitar que le caiga la lluvia, es conveniente tapar al suelo preparado con un plástico grueso.

Un aporte importante conseguido, para mejorar la calidad del adobe, en cuanto a resistencia, durabilidad y, sobre todo, para protegerlo de la humedad, es su estabilización con asfalto.

El adobe estabilizado con asfalto es aquel en cuya preparación se añade un porcentaje de asfalto que puede variar de 0.5 a 4% en peso de suelo seco, según el tipo de suelo, pero que habitualmente varía entre 1.5 a 2%. El asfalto, tiene como efecto impedir la disolución del

adobe en presencia de agua, lo que le otorga grandes ventajas en zonas de gran precipitación pluvial o cuando no es posible evitar riesgos de inundaciones.

En general, se puede decir que un suelo adecuado para preparar adobes comunes, lo es también para adobes estabilizados con asfalto.

Cuando se desea preparar adobe estabilizado con asfalto se utiliza asfalto de curado rápido usualmente denominado RC-250 o RC2, conocido como asfalto de caminos, que suele ser comercializado en cilindros de 55 galones. Se trata de un material muy adhesivo e impermeable. Se almacena a temperatura ambiente, siendo conveniente mantener los envases cerrados para evitar la volatilización del solvente.

Para determinar el porcentaje de asfalto, más adecuado para un determinado tipo de suelo, el procedimiento más conveniente consiste en preparar adobes de muestra con diversos porcentajes, y luego proceder a ensayarlos. Se escogerá el menor de los porcentajes que arroje un comportamiento satisfactorio. Un inconveniente para el empleo del asfalto es su costo.

4.7.1.4- Elaboración de adobe estabilizado.

Con el barro previamente preparado, se procede a la elaboración de los adobes:

- a) Colocar la gavera en el tendal, recepcionar el barro estabilizado y llenar el molde con fuerza, y presionar para abarcar todo el volumen del molde, nivelar la superficie horizontal del molde con una regla, retirando el excedente del material.
- b) Retirar la gavera en forma perpendicular a la superficie del tendal, evitando deformar el adobe.
- c) Dejar secar los adobes por cinco días o más, según el clima. Después, ponerlos de canto para completar su secado.
- d) Apilar los adobes a los siete días o más. Usarlos después de cuatro semanas, aproximadamente. (29). (30).

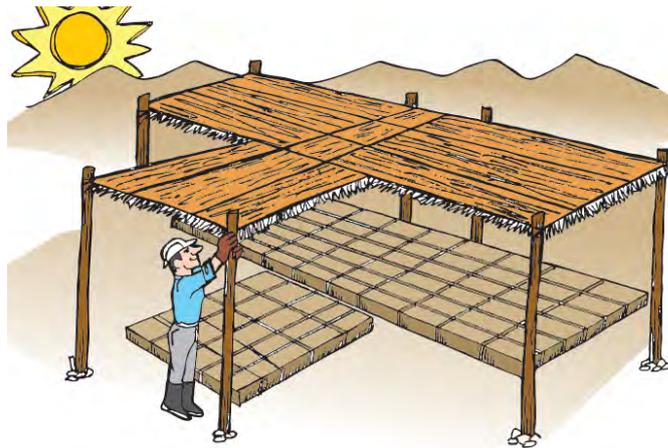


Figura N ° 81. Tendal protegido con esteras para el secado adecuado del adobe.
Fuente: Manual de construcción. Edificaciones Antisísmicas de Adobe.
<http://www.vivienda.gob.pe/dnc>

4.7.1.5. Características del adobe estabilizado.

En forma genérica las características del Adobe estabilizado, lo podemos sintetizar en los siguientes términos:

- 1.- Son adobes elaborados con tierra o suelo procedente de una cantera previamente seleccionada, que reúne los requisitos mínimos de contener los porcentajes de arena y finos.
- 2.- Al barro para la elaboración del adobe estabilizado, se le agrega un porcentaje en peso del suelo seco, por lo general, 2% de asfalto RC-250, como estabilizador.
- 3.- Las dimensiones del adobe estabilizado, generalmente son de forma cuadrada, de: 0.36 m x 0.36 m x 0.08 m de altura, y de 0.36 m x 0.17 m, altura 0.08 m.
- 4.- El adobe estabilizado, tiene la propiedad de ser impermeable, es decir, que no se afecta o desmorona ante la presencia de la humedad o inundación.
- 5.- El adobe estabilizado, además de ser impermeable, contribuye a que los muros, contruidos con estos bloques, presenten mejores características, sismorresistente. Los bloques por esta razón, tienen perforaciones o alvéolos, en los cuales se colocará el refuerzo vertical, de acuerdo al diseño correspondiente.
- 6.- El peso del adobe estabilizado está en función de sus dimensiones, pero fundamentalmente de acuerdo a las características del suelo empleado para su elaboración, oscila entre 16 a 20 Kg. por unidad.

7.- El esfuerzo de compresión del adobe estabilizado, con 2% de asfalto, de acuerdo a los ensayos de laboratorio, estaría en el rango de 18 a 22 Kg. /cm². (19) (28).

4.7.2. Proceso constructivo

4.7.2.1. Cimentación.

El área correspondiente debe estar limpia y plana, luego, se traza la zona donde irán los cimientos del muro, con un ancho de 50 cm.

Enseguida se excava la tierra hasta una profundidad de por lo menos 60 cm.

La base de la cimentación debe ser suelo firme y apisonado con comba, una lata llena de concreto o algo similar.

El concreto a utilizar en la cimentación es de proporción: 1:10 (1 de cemento por 10 de hormigón, más 40% de piedra grande, diámetro máximo 25 cm).

Después, se humedece ligeramente la base y los bordes de la zanja, sin formar charcos, para luego vaciar una capa de la mezcla cemento- hormigón de unos 15cm de espesor.

Luego se coloca las piedras grandes, evitando contacto entre ellos, para después volver a vaciar otra capa de cemento-hormigón que cubra a la piedras unos 15cm y así sucesivamente hasta completar la altura de la cimentación.

En resumen se puede describir el procedimiento de la construcción de la cimentación de la siguiente manera:

- a) Trazo y replanteo, sobre el terreno de la cimentación, de acuerdo al proyecto.
- b) Realizar la excavación del terreno para la cimentación.
- c) Vaciar concreto ciclópeo: Cemento-Hormigón 1:10 más 40% de piedra grande.

4.7.2.2. Sobrecimientos.

Ubicar los refuerzos verticales, constituidos por espigas de caña o carrizo, en los puntos donde estarían ubicados los alvéolos de los bloques estabilizados.

Precisado la ubicación del refuerzo vertical, se procede al encofrado de los sobrecimientos, terminado esta actividad, realizan el vaciado de concreto ciclópeo de proporción: 1:8 + 25% de piedra mediana.

Al día siguiente, se continúa con el desencofrado de los sobrecimientos.

4.7.2.3. Muros.

En la construcción del muro se debe mantener perfecto alineamiento, verticalidad, y que las juntas horizontales y verticales de 2 cm, estén totalmente llenas de mortero.

Los muros llevan refuerzo vertical, de caña brava o carrizo, ubicados en los puntos donde estaría los alvéolos de los bloques; el refuerzo horizontal de caña chancada colocadas a cada cuatro hiladas.

En el coronamiento de los muros, se coloca la viga solera, que puede ser de madera rolliza o aserrada de dimensiones variables.

Generalmente, la viga solera está constituida por dos maderas de eucalipto u otro tipo de madera nacional, debidamente aserrado, cada una de sección 2" x 4", corridas sobre el muro, conformando un ancho total igual al espesor de éste. Se utiliza para lograr este ancho conectores de la misma madera, de 0,20 m de largo cada uno, distanciados aproximadamente a 0,80 m entre ejes. La viga solera es fijada al muro mediante fierro de ¼", amarrándola a las últimas hiladas.

En los encuentros de muros, la viga solera, debe cruzar toda la longitud del muro; recomendar, tener cuidado sobre esta especificación.

Sobre la viga solera, actúa el peso del techo liviano, formado por vigas y correas de madera, un aislante (caña, estera, etc.), torta de barro. Opcionalmente, sobre la torta de barro se coloca una cobertura, de plancha de calamina u otro. (26).

4.7.3. Tecnologías aplicadas.

De acuerdo a los estudios realizados, en construcciones con adobes, se ha obtenido tecnologías para mejorar el comportamiento de los adobes, en las construcciones de viviendas, frente a los fenómenos naturales; entre otras tenemos las siguientes tecnologías.

4.7.3.1. Uso del refuerzo horizontal y vertical.

El reforzamiento puede hacerse con cualquier material dúctil, incluyendo: caña, bambú, junco, sogá, madera, o barras de acero. El refuerzo vertical ayuda a mantener la integridad del muro, fijándolo a la cimentación y a la viga collar, y restringe la flexión perpendicular al plano y el corte coplanar.

El refuerzo horizontal ayuda a transmitir la flexión y las fuerzas de inercia en los muros transversales (perpendiculares al plano de la sollicitación), hacia los muros que resisten el

cortante (coplanares con la sollicitación), también restringen los esfuerzos de corte entre muros adyacentes y minimiza la propagación de las fisuras verticales.

La colocación del refuerzo, debe ser cuidadosamente planificada y las unidades deben ser fabricadas, tomando provisiones especiales en cuanto a sus dimensiones y los alvéolos, que deben tener para la ubicación de la armadura vertical.

A continuación, se muestra una figura en donde se puede apreciar el refuerzo, vertical y horizontal de caña, que se coloca en los muros de adobe.

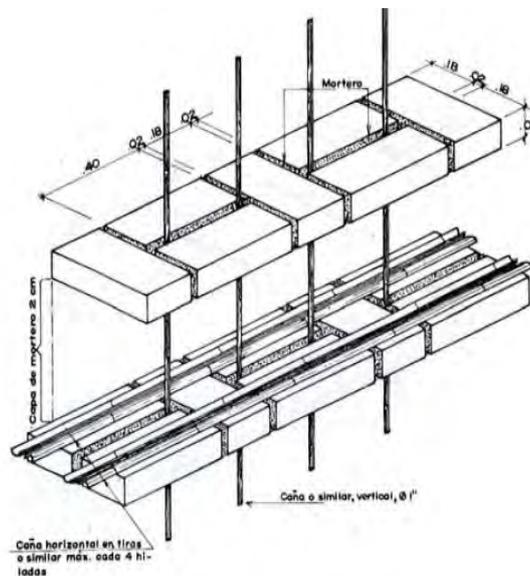


Figura N ° 82: Esquema de colocación del refuerzo de Caña en Perú.

Fuente: "Construcción de Casas Saludables y Sismorresistentes de Adobe Reforzado con Geomallas", Vargas N., J; Torrealva, D.; l Blondet, M.

4.7.3.2.- Contrafuertes y pilastras.

Otra forma de reforzamiento, es el uso de contrafuertes y pilastras, en las partes críticas de una estructura, aumenta la estabilidad y el esfuerzo resistente. Los contrafuertes actúan como soportes que pueden prevenir el volteo del muro hacia adentro o hacia fuera. Los contrafuertes y las pilastras, también mejoran la integración de los muros que convergen en las esquinas. Las secciones críticas incluyen:

- Esquinas, donde las pilastras toman la forma de muros cruzados.
- Ubicaciones intermedias en muros largos, donde los contrafuertes toman la forma de muros perpendiculares de arriostre que son integrados a la estructura del muro.

Las recomendaciones acerca de las dimensiones de los contrafuertes y de las pilastras, presentan esquemas, que se muestran a continuación según la (IAEE, 1986).

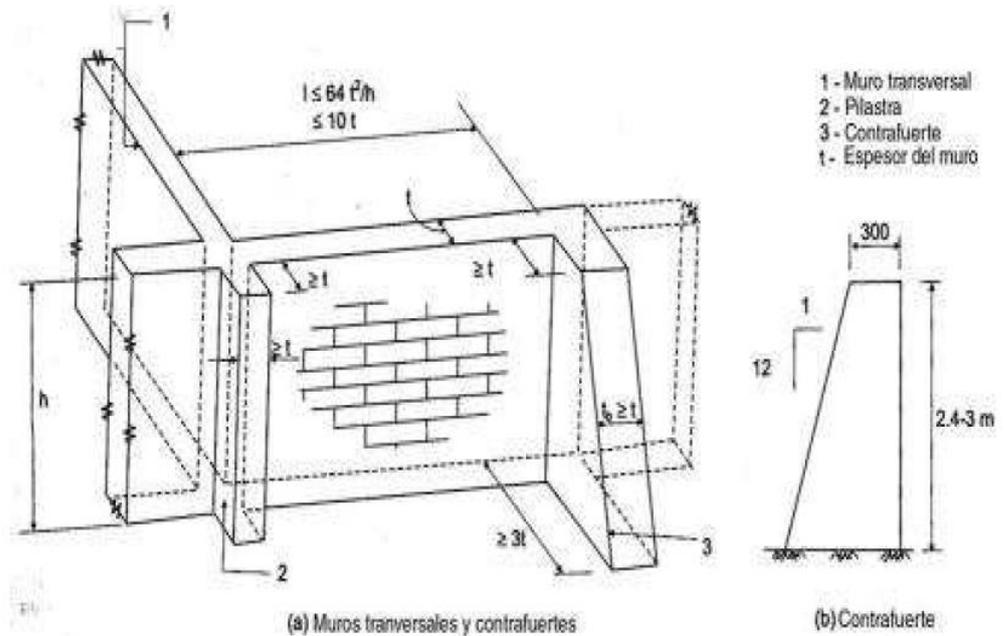


Figura N ° 83: Dimensiones para la construcción de contrafuertes y pilastras.
Fuente: "Reforzamiento de viviendas de adobe existentes. 1ra. Parte. ,
Zegarra L, Quiun D, San Bartolomé A y Giesecke, A.

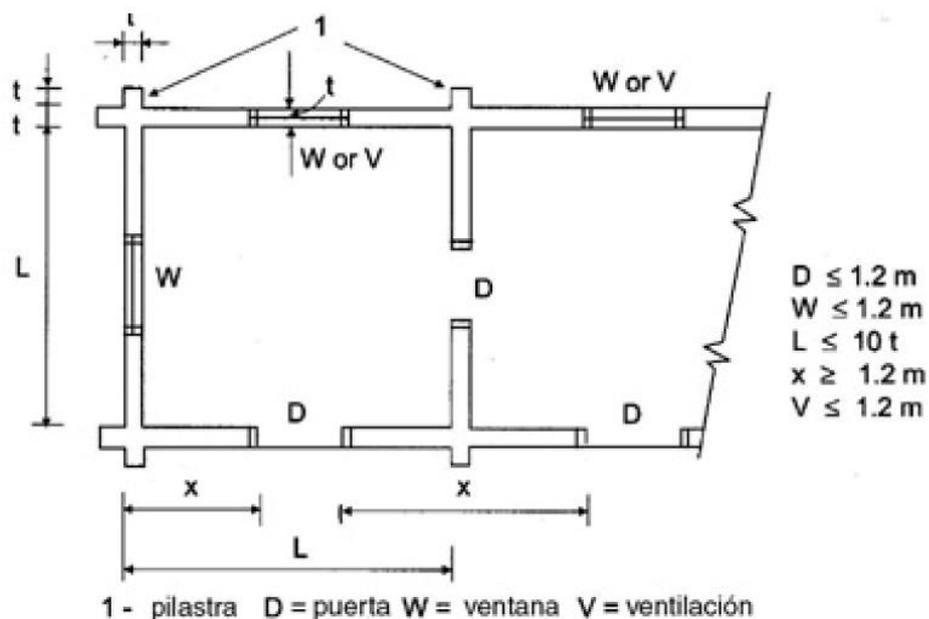


Figura. N ° 84: Dimensiones de una pilastra.
Fuente: "Reforzamiento de viviendas de adobe existentes. 1ra Parte.
Dimensiones para la construcción de contrafuertes y pilastras:
Zegarra L, Quiun D, San Bartolomé A y Giesecke A.

4.7.3.3.- Viga collar

También como un elemento complementario, en la construcción de muros, es la viga collar (también conocida como viga corona, viga de amarre, viga anillo, viga solera o banda sísmica) que amarra los muros formando una estructura tipo caja.

Es uno de los componentes esenciales para la resistencia ante los movimientos sísmico, en la construcción de muros portantes de adobes. Para asegurar el buen comportamiento sísmico de una edificación de adobe, se debe colocar una viga collar continua como un cinturón.

La viga collar debe ser fuerte, continua y muy bien amarrada a los muros y debe recibir y soportar la carga del techo. La viga collar puede ser construida de concreto o de madera.

La figura siguiente, muestra la ubicación de la viga solera.



Figura N ° 85. Colocación de viga solera
Fuente: <http://www.vivienda.gob.pe/dnc> (Manual Adobe de Piura).

4.7.3.4. Reforzamiento Sismorresistente de construcciones de adobes.

En la PUCP, se ensayaron técnicas simples para reforzar viviendas de adobe existentes. El refuerzo externo propuesto fue desarrollado, con el propósito de retardar el colapso de la estructura durante un sismo severo. Se ensayaron diferentes materiales de refuerzo, como tablas de madera, sogas de ½ pulgada, malla de gallinero y malla electro-soldada. Se hicieron ensayos de simulación sísmica en muros en forma de “U”, con y sin refuerzo.

En la búsqueda de un material de refuerzo que sea compatible con el adobe, tenga propiedades estándar y sea fácil de implementar, es la malla electro soldada; que aparece como material de refuerzo, para las construcciones de tierra.

Recientes experimentos han demostrado que la malla electro-soldada, forma con el adobe un material compuesto; donde la malla toma las tracciones y el adobe las compresiones, en la misma forma que las varillas de acero, son refuerzo del concreto.

Los ensayos dinámicos demostraron que la mejor solución para viviendas de adobe existentes, es un reforzamiento consistente en malla electro soldada (alambre de 1 mm. espaciado cada $\frac{3}{4}$ pulgada) clavado, mediante tapas metálicas de botella, contra el adobe como se muestra en la Figura 77. La malla es colocada en franjas horizontales y verticales simulando vigas y columnas, y es cubierta con mortero de cemento y arena. Esta solución demostró ser altamente efectiva en retardar el colapso de la estructura.

Durante el terremoto de Arequipa en Perú (2001), las viviendas de adobe existentes que habían sido reforzadas externamente con malla electro-soldada recubierta con mortero cemento-arena, como parte de un programa de reforzamiento piloto, soportaron el evento sísmico sin daño alguno. Sin embargo las viviendas sin refuerzo colapsaron o fueron severamente dañadas. (47)

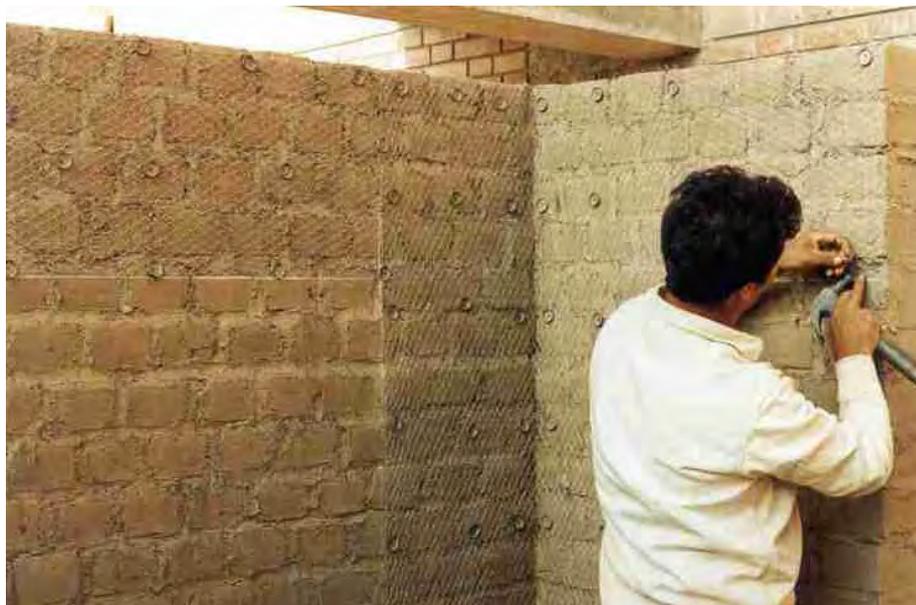


Figura 86. Muro de adobe reforzado con Malla Electro-soldada.

Fuente: Reforzamiento Sismorresistente de viviendas de adobe existentes en la Región Andina.

Página Web: <http://www.ceresis.org/proyect/adobe.htm>

4.7.3.5. Reforzamiento de Construcciones de Adobe con geomallas.

Refuerzo de muros de adobe con geomallas, ya fue explicado en el capítulo tercero, Estudios Experimentales, que consiste en colocar malla de polipropileno o geomalla en los muros de adobe, en ambas caras y que nace en la cimentación, y termina en la viga collar, envolviendo totalmente al muro. La malla colocado mediante rafias o conectores, que previamente se ubicaron en la construcción de muros.

Los muros con refuerzo de geomallas incluye, cimentación y sobrecimientos de concreto ciclópeo, muros de adobes, viga collar de madera u otro material, refuerzo de malla de polipropileno con sus respectivas rafias para adherir al muro, y finalmente revestimiento de paredes con mortero de tierra-arena.

El reforzamiento de muros con geomallas, está contenido en la Norma E-080Adobe, Anexo N° 01. (43) (44) (47)



Figura N° 87. Colocación de malla de polipropileno o geomallas
Fuente: Construcción de Casas Sismorresistentes de Adobe Reforzado con Geomallas.
Web: www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusi...

También se ha ensayado, como refuerzo de los muros de adobe, algunos materiales de la zona de construcción, como son la madera, sogá de cabuya, malla, etc., para contrarrestar los efectos del sismo.



Figura N ° 88. Muro de adobe reforzado con sogas Figura N ° 89. Muro de adobe reforzado con tabla.
Fuente: Reforzamiento Sismo-Resistente de Viviendas de Adobe Existentes en la Región Andina
Web: <http://www.ceresis.org/proyect/adobe.htm>

4.8. Programa de Vivienda con Adobe Estabilizado-COBE-Cayalti.

La investigación sobre el adobe se inicia en la década del 70, y como una investigación y aplicación, surge el Programa COBE- Construcción con Bloque Estabilizado; inicialmente participa el Ministerio de Vivienda y Construcción, Banco de la Vivienda del Perú, y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), con asesoramiento y financiamiento de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID).

El Programa Cobe, abordó el problema de la estabilización de suelos mediante el uso del Asfalto RC-250 y emulsiones asfálticas, con la información técnica procedente de los Estados Unidos, en particular del International Institute of Housing Technology de la Universidad del Estado de California. En base a esta información, se logra realizar diversos ensayos en las condiciones y modos de producción, del adobe estabilizado en nuestro medio.

Esta situación obligó a profundizar el conocimiento y poder determinar así, los mejores procedimientos para la elaboración del adobe y los requisitos para estabilizarlo con asfalto.

El Programa COBE, también abarcó los aspectos de reforzamiento del adobe ante las sollicitaciones sísmicas.

El aspecto de reforzamiento condujo, a los investigadores a una serie de conclusiones de carácter constructivo y estructural, que ha constituido una mejora a la forma de uso de la albañilería de adobe.

En Cayalti, en la Nueva Urbanización Cayalti, los habitantes de las viviendas conocen y recuerdan, la tecnología y metodología aplicada, en el proceso constructivo; así mismo dan testimonio del comportamiento, de las viviendas en los últimos años, ante los fenómenos naturales.

También se ha logrado recopilar, información gráfica, como son los planos de arquitectura, Estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas; así mismo se ha obtenido importante información de Sencico, institución pública, que tiene a cargo el acervo documentario del Programa Cobe.

Se realizó las visitas de reconocimiento a la zona del Proyecto, con la finalidad de auscultar, constatar y verificar, el estado de estas viviendas, que en la actualidad representan un testimonio vivo, de lo que significó el marco de este programa experimental.

4.8.1. Memoria Descriptiva.

Brevemente se hará, una descripción del proyecto y del proceso constructivo aplicado para la construcción de las cien unidades de vivienda.

Nombre del Proyecto.

Construcción de 100 viviendas con Bloques Estabilizados con asfalto en la Cooperativa Agraria de Producción Cayalti, Distrito y Provincia de Chiclayo.

Ubicación.

El Proyecto en estudio, se encuentra ubicado en la ex cooperativa, ahora Distrito de Cayalti, (ver figura N ° 84) localizado en la costa norte del Perú sobre el valle de Zaña, Provincia de Chiclayo en la Región Lambayeque, a una altitud de 60 m sobre el nivel del mar.



Figura N ° 90: Plano Referencial de Ubicación de CAYALTI.

Fuente: Ministerio de transportes y comunicación.

A continuación, se muestra vistas fotográficas de la Nueva Urbanización Cayalti, viviendas con adobes estabilizados.



Vista fotográfica N ° 01: Parque Principal de la Urbanización Nuevo Cayalti
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.



Vista fotográfica N ° 02: Viviendas con Adobe Estabilizado en Cayalti, con protección de Eternit.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores

4.8.2. Descripción del Proyecto Urbano-Arquitectónico.

El Proyecto de la Habitación Urbana, se desarrolló en un terreno de 3.5 Has de extensión, destinando para el uso de vivienda; 1.6 Has. (16,000 m²) que representa el 45.7% del área

total. Las áreas recreativas y parques suman 7,708 m² (22 %); lotes para comercio con 672.00 m² (2.0%); estacionamiento en bloque 2,236 m² (6.0 %); Área destinada a Otros Usos 912.00 m² (2.6 %) y finalmente las vías y pasajes peatonales con 7,472 m².

El Proyecto Urbano- Arquitectónico fue concebido teniendo en consideración los siguientes aspectos:

I) Aspecto Técnico-constructivo

- La necesidad de posibilitar y facilitar el uso del adobe mejorado, como alternativa para la construcción de viviendas, toda vez que este material representa la alternativa más económica, directa e inmediata para la edificación y autoconstrucción de una vivienda propia. Teniendo como premisa, la de presentar esta nueva alternativa, con una tecnología mejorada que persigue dotar a estas nuevas viviendas, de una mejor performance ante los fenómenos naturales. En ese sentido podemos resumir, como aspectos básicos de esta tecnología, la cualidad sismorresistente, dada por la calidad del muro y el refuerzo interior de los mismos, así como la impermeabilidad del adobe, cuya composición adicionada de un estabilizador asfáltico (RC-250), mejora el comportamiento ante la humedad.
- Desarrollar experiencias en este tipo de edificaciones, con la finalidad de afianzar las investigaciones que se vienen realizando a nivel mundial, teniendo conocimiento que este tipo de construcciones, representan una alternativa, para dotar a un gran sector de la población, vivienda segura, confortable y de bajo costo.
- Potenciar y validar el uso de la caña brava, carrizo y el guayaquil, como materiales complementarios e importantes, para desarrollar este tipo de edificaciones.
- Preparar mano de obra calificada, enseñando procedimientos y técnicas de preparación y elaboración de adobe mejorado con asfalto, así mismo adiestrarlos en el nuevo proceso constructivo, fomentando la autoconstrucción asistida por personal técnico.
- Evaluar el comportamiento de este sistema constructivo, ante la acción de los fenómenos naturales adversos.

II) Aspecto socio-económico

- Atenuar la demanda de vivienda, con un programa dirigido para atender la clase trabajadora de esta parte del país, propiciando una ocupación ordenada de las áreas de expansión urbana de la cooperativa Cayalti.

- Estas viviendas, fueron adjudicadas a los empleados y obreros, que prestaban servicio, a la ex –Cooperativa Agraria de Producción Cayalti.
- Se propició el empleo de materiales complementarios de la zona, lo que constituyó un aporte económico al programa.
- Se incentivó a la comunidad a participar activamente en la ejecución de las obras, generando fuente trabajo y capacitación en este sistema constructivo.

III) Aspecto urbanístico

- Se realizaron las coordinaciones correspondientes con directivos de la Cooperativa, para la ubicación del área de implantación de la habilitación urbana; que en aquel entonces se encontraba en la periferia de la zona urbana, que significó un aporte en el ordenamiento y planificación de la ciudad.
- Generar una distribución de áreas de la Urbanización, acorde con la Reglamentación Urbana, partiendo de la habilitación de la misma con la dotación de servicios básicos de agua, alcantarillado, instalación eléctrica, vías de acceso vehicular y peatonal, así como la disposición de áreas de recreación y parques, que permitan darle a sus pobladores una mejor calidad de vida. (Ver plano U-01 en Anexo E.)
- Presentar como propuesta de diseño de la vivienda, una distribución acorde con las necesidades y costumbres del poblador de la zona, considerando para ello los ambientes propios de una vivienda típica urbana, pero a la vez dotando de espacios que todavía se encuentran arraigados en el colectivo rural. (Corral, pasaje de servicio).

4.8.3. Diseño arquitectónico de la vivienda.

El diseño arquitectónico propuesto es modular, sobre un área de 160.00 m² de terreno (10 m x 16 m), la distribución de los ambientes consideró un ingreso principal y otro de servicio; el primero que accede directamente a la zona social interna, y el segundo que conduce mediante un corredor hacia el patio central en la parte intermedia y continúa hacia el corral. Estas consideraciones fueron previstas atendiendo la actividad principal de la mayoría de los usuarios, que por ese entonces tenían como principal actividad las labores propias del campo. Los ambientes de la vivienda fueron: Sala-comedor (ambiente múltiple), cocina, dormitorios (3), servicio higiénico completo con la ducha independiente pero formando parte de una sola batería sanitaria, patio interior al cual abren todos los dormitorios, corredor de servicio que conduce al corral a través de un ingreso secundario.

La disposición pareada de las viviendas comparte un muro medianero lo que hace diferenciar cuatro (4) tipos por su ubicación: Tipo A, Tipo A', Tipo B y Tipo B' (Ver Plano U-01 en Anexo. E.)

Los muros son de Adobe estabilizado, cara vista (sin enlucir) en todos los ambientes, a excepción de los muros de los Servicios Higiénicos que están enlucidos en su interior con una mezcla de cemento-arenilla hasta 1.80 m de altura, asimismo en la cocina hasta 1.20 m del nivel de piso terminado.

Los acabados en piso, son de cemento pulido en los ambientes internos, y cemento frotachado en patio de acceso y pasadizo.

Las puertas de madera, son de cedro nacional; las ventanas igualmente de madera con vidrio simple translucido.

4.8.4. Características de la estructura.

Las viviendas construidas con adobes estabilizados, siguiendo los lineamientos del Programa Cobe, tiene las siguientes características:

I) Cimentación.

La cimentación de los muros de adobe de las viviendas construidas en Cayalti, es a base de concreto ciclópeo, $f'c = 100\text{Kg}/\text{cm}^2$, 40% de piedra grande, con diámetro máximo de 10"; sección de 0.50 m de ancho por 0.60 m de altura, adicionalmente los ambientes de la cocina y del servicio higiénico, tienen muros cuya cimentación de concreto ciclópeo de 0.40 m de ancho por 0.50 m de altura, La cimentación de los muros divisorios, en la parte posterior, es de la misma características del muro interior de la cocina y servicio higiénico.

Los muros de quincha que delimitan los pasadizos de las viviendas, tiene cimentación de 0.40m de ancho por 0.30m de alto, recortado en la parte superior a partir de 0.20m, de ambos lados, hasta reducir a 0.15m el ancho, es decir, tiene forma cónica, en cuya parte central se ubica la quincha, ver Anexo E. (Plano E-01).

II) Sobrecimientos.

Los sobrecimientos de los muros principales, son de concreto ciclópeo de $f'c = 100\text{Kg.}/\text{cm}^2$, y sección transversal de 0.36m de ancho y 0.20m de altura; . Los muros secundarios, también de concreto ciclópeo, de 0.18m de ancho por 0.20m de alto.

(Ver Plano E – 01) Anexo E.

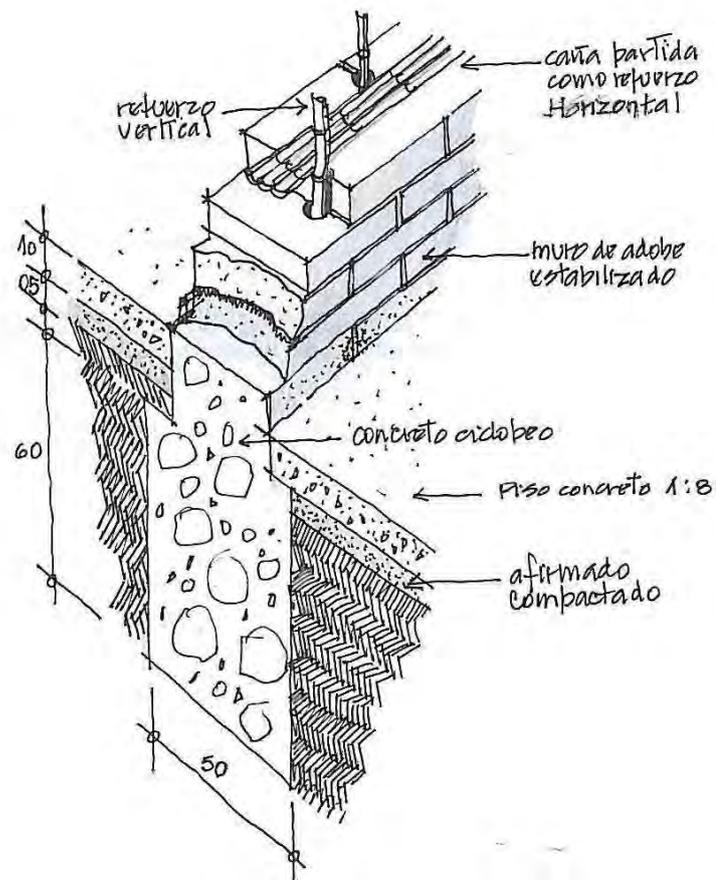


Figura N ° 91. Se observa la cimentación, sobrecimiento, disposición de armadura vertical y horizontal.
Fuente: Elaboración propia de los autores.

III) Refuerzo de caña o carrizo de los muros.

Los muros de adobe están reforzados con caña brava o carrizo, vertical y horizontalmente. Ver Anexo E (Plano E-02).

La armadura vertical a base caña brava o carrizo, colocados a 36 cm de separación, en forma alternada en ambas caras (forma zig zag), parten o nacen desde la cimentación, mediante espigas o dowell de carrizos, debidamente atortolados con alambre negro N ° 16. En los encuentros de muros, la armadura vertical conformado por dos espigas, y en parte central de los muros, una espiga de carrizo o caña brava.

ARMADURA VERTICAL.- El refuerzo vertical es de caña brava o carrizo, van colocados en los alvéolos de 5 cm de diámetro, que para este propósito tienen los bloques de adobe; este refuerzo es de dos tipos. Tipo 1, formado por una espiga de ½ caña o carrizo, de 1" promedio de diámetro, en longitud de un metro (espigas), empalmado con un traslape de 30 cm, atortolados con alambre negro N ° 16. Tipo 2, emplea dos refuerzos también de ½ caña o

carrizo, longitud de un metro (espigas), empalmados de la misma manera que el tipo 1. Los alvéolos son rellenos con mortero cemento arena, proporción: 1:6, con 1 cm de recubrimiento. (Ver planos A-03, E-02) Anexo E

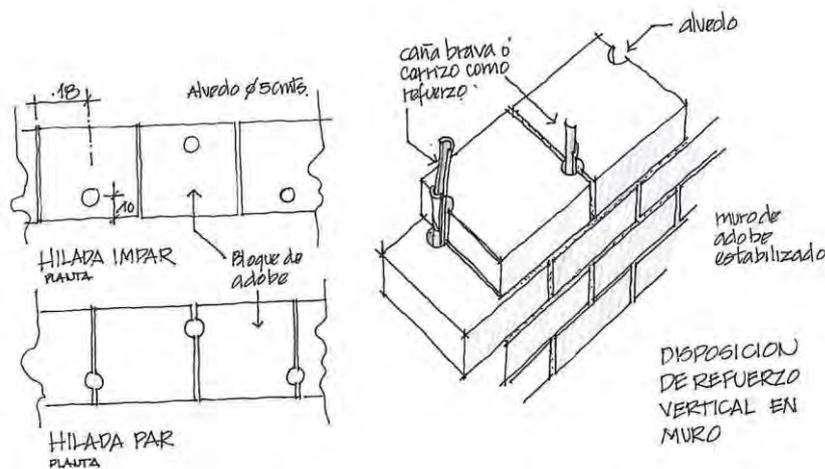


Figura N ° 92. Se muestra bloques alveolares y la ubicación de la armadura vertical.
Fuente: Elaboración propia de los autores.

ARMADURA HORIZONTAL.- La armadura horizontal, también es de caña brava o carrizo, y están colocados a lo largo de los muros, cada tres hiladas, carrizos partidos debidamente empalmados y atortolados con alambre negro N ° 16, con recubrimiento de ½ cm hacia arriba, y hacia abajo y 4 cm a los costados. (Ver plano E-02) Anexo E.

IV) Muros.

Los muros principales están contruidos a base de bloques estabilizados de 36 cm x 36 cm x 8 cm de espesor o altura; los muros secundarios están contruidos con bloques estabilizados de 36 cm x 17 cm x 8 cm de espesor. Los muros de las viviendas son cara vista. La cara interior de los muros del servicio higiénico tienen enlucido con mortero cemento-arenilla hasta a 1.80 m de altura, sobre el nivel de piso terminado (SNPT).

Los muros de la cocina, interiormente están enlucidas con mortero cemento-arenilla, hasta 1.20 m de altura, SNPT.

El asentado de los bloques se hace con mortero o barro de la misma calidad de la mezcla usada en la fabricación de los adobes, las juntas entre bloques son de 2 cm. tanto horizontal como verticales.

Los muros tienen refuerzo vertical, que vienen desde la cimentación, y para mantener la verticalidad del refuerzo, y amarre adecuado de los bloques, los bloques grandes para la primera hilada o hilada impar, tienen perforaciones de 5 cm de diámetro, en el centro de un lado a 10cm hacia el interior; los bloques pequeños tienen perforaciones en su centroide. En la segunda hilada o hilada par, los bloques grandes presentan perforaciones de medio círculo de 5 cm de diámetro, en caras opuestas y a 10cm hacia el interior de los otros lados. (Ver plano A-04) Anexo E.

V) Detalle de dinteles.

Para la ubicación de puertas y ventanas se coloca dinteles; a 2.175 m. de altura, para ubicación del dintel de la puertas; y de 2.275 m de altura para ubicación del dintel de las ventanas.

Los dinteles son estructuras de madera, cuyas longitudes son variables; en el fondo del dintel se observa una escuadría de 1"x12"x longitud variable; a lo largo del muro o en los costados del dintel, escuadría de 2"x 4"x longitud variable, clavados al fondo; en la parte superior de los costados, se observa un separador o contrafuerte de 2"x2", que deja una abertura para la colocación de refuerzo de 4 cañas o carrizo de 1" de diámetro promedio. Estos separadores tienen espacio variable, dependiendo de la longitud del dintel. En algunas zonas, los dinteles son corridos, pero tienen la misma estructura anteriormente señalada, tanto para las puertas como para las ventanas. Una vez que se tiene la estructura ubicada en su respectiva posición, se llena con mortero cemento arena proporción 1:5.

El alfeizar de las ventanas de los dormitorios se ubica a 1.00 m del nivel de piso terminado, el de la cocina a 1.45 m. (Ver plano E-02)

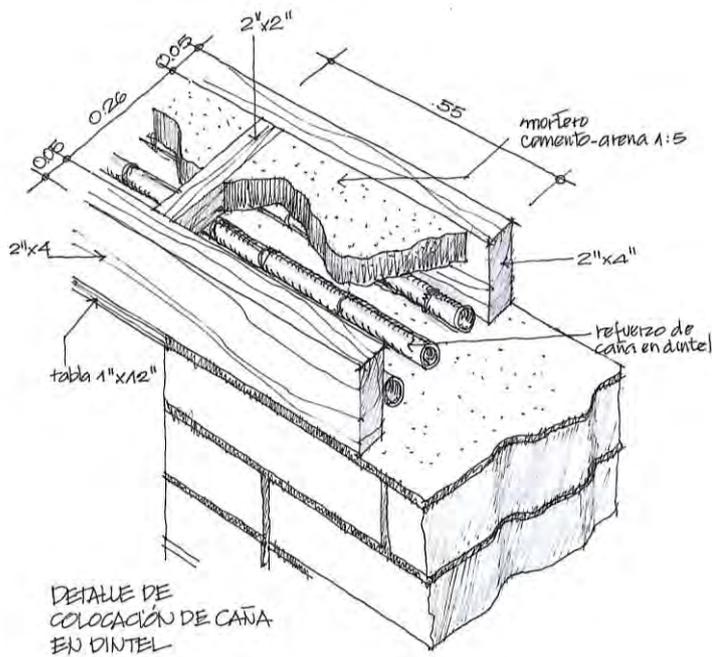


Figura N ° 93. Se muestra detalle de la estructura del dintel de puertas y ventanas.
Fuente: Elaboración propia de los autores

VI) Coronamiento de los muros.

El remate superior de los muros denominado “coronamiento de muro”, es llenado con una mezcla de mortero cemento-arena en proporción 1:5; previa colocación de la viga solera de madera de 2”x4”, en toda la longitud del muro, anclado al coronamiento mediante clavos de 6”. (Ver Plano E-02) Anexo E.

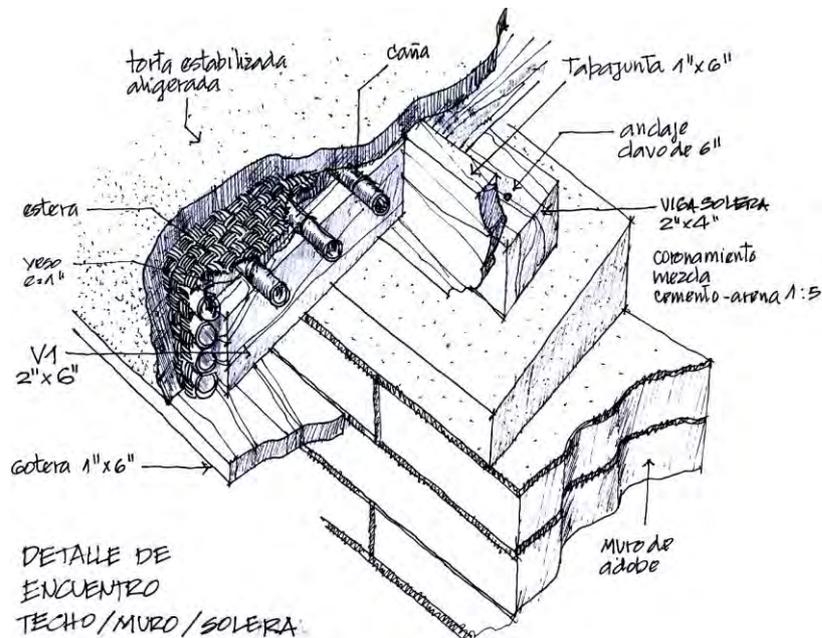


Figura N °.- 94. Se muestra coronamiento de muro, viga solera y elementos del techo de torta de barro.
Fuente: Elaboración propia de los autores

VII) Estructura del techo.

En la construcción del techo se manejaron dos opciones; la primera que consistió en un tejido de caña una tras otra, y la segunda opción con la caña distribuida y espaciada a 10 cm. y sobre las cuales se colocó esteras, esta estructura se apoya en las vigas de madera de 2"x5", que descansa en las vigas soleras correspondientes. La cobertura final del techo, es torta de barro de 2" de espesor, mezcla similar al usado en la elaboración de los bloques estabilizados, empleados en la construcción de los muros,

Como el techo presenta dos aguas la cumbreera está protegida por planchas de Eternit, asimismo el remate hacia las caídas de los techos tiene goteras para facilitar la caída del agua de lluvia. (Ver Plano E-03) Anexo E.

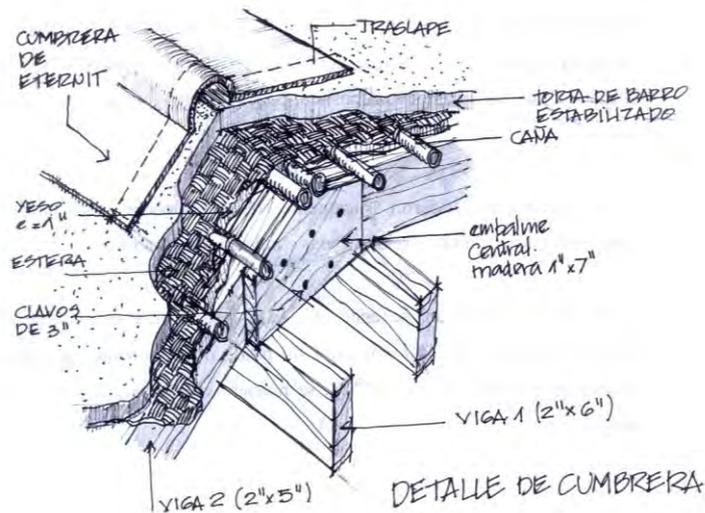


Figura N °.- 95. Se muestra las vigas centrales, y el detalle de ubicación de la cumbreera, de asbesto cemento (Eternit).

Fuente: Elaboración propia de los autores.

VIII) Vigas.

Las vigas son de madera de cedro nacional, éstas descansan en las vigas soleras que se ubican en la coronación de los muros; las vigas del techado tienen sección de 2" x 5", de nomenclatura: V-2; V-3 y V-3A, las dos últimas presentan un volado hacia el patio interior. Están espaciadas 68 cm de eje a eje.

En la cumbreera o parte más alta de las viviendas se encuentra la V-1 de 2" x 6" de sección colocada transversalmente a las vigas anteriormente mencionadas. (Ver Plano E-03) Anexo E.

IX) Pisos

Las viviendas tienen piso de concreto de 10 cm de espesor, proporción: 1: 8, (uno de cemento y 8 de hormigón); teniendo como el nivel cero a la vereda, se determinó, los niveles interiores en + 0.20 m de NPT, el patio a + 0.10 m. de NPT, el pasadizo y corral al mismo nivel de la vereda. El ambiente del servicio higiénico con piso de cemento pulido a + 0.10 m sobre el nivel de la vereda. El patio interior, presenta pendiente de 1%, hacia la canaleta abierta que se encuentra en el pasadizo y sirve para evacuar las aguas de lluvia, La canaleta viene desde la parte posterior (corral), y sale hacia la calle por la zona de servicio. (Ver Plano A-01)

X) Puertas y ventanas.

Todas las puertas son de madera nacional (tornillo) machihembrada, las ventanas interiores y exteriores también de madera debidamente cepillada y tratada a dos manos con petróleo Diesel Pentaclorofenol al 5%. (Ver especificaciones técnicas. Plano E-03)

XI) Revestimiento.

Todos los ambientes tienen muros cara vista; tienen revestimiento con mortero cemento arenilla, los ambientes de servicio higiénicos y cocina. Los muros de la ducha enlucido hasta 1.80 sobre el nivel de piso terminado, asimismo en el ambiente de servicio higiénico (W.C.) y la cocina el enlucido llega hasta 1.20 m. de altura. Los cercos perimétricos son de quincha, teniendo como acabado, revestimiento con mortero de barro, la misma mezcla que se utiliza para la elaboración de adobe.

XII) Instalaciones Sanitarias

Las instalaciones sanitarias son convencionales, la red de agua viene de la red pública y llega a la caja de concreto prefabricado de 0.20m.x 0.20m, donde se ubica el medidor de agua y la llave de compuerta general. La tubería utilizada en la instalación de agua utilizada es de plástica (tubería de PVC de ½”), existen puntos de agua en ducha, cocina, patio, lavatorio, y w.c. considerando las alturas correspondientes del diseño. (Ver plano IS – 01) Anexo E.

Las instalaciones de desagüe, son de tubería plástica (PVC de 4” y de 2” de diámetro) La red principal de desagüe llega a la caja ubicada frente a la cocina en el retiro frontal de cada una de las viviendas (concreto prefabricado de 30cm x 60 cm y tapa de fierro fundido de 25cm x 50cm (según los planos CT: 0.00 – CF: -.50 m.), en el patio se instala un sumidero con cota de fondo de – 0.32 m.(Ver Plano IS – 01)

XIII) Instalaciones Eléctricas

La acometida de la red de energía eléctrica (PVC ¾" SAP) se ubica a la derecha de cada unidad de vivienda, la caja que contiene el medidor de luz es exterior y se ubica a la misma altura, de la llave general, al interior del ambiente múltiple. Luego, se procede al picado de la pared para la instalación de los tomacorrientes y los puntos de luz e interruptores, posteriormente se procede a la instalación del cable (# 14, ¾ PVC-SEL) y colocación de aparatos eléctricos. (28). (30). (24)

Las luminarias son tipo braquete sobre la parte alta de los muros, ya sean estos interiores o exteriores, los interruptores se instalaron en el acceso a los ambientes considerando el sentido de apertura de las puertas. (Ver plano IE – 01) Anexo E

La vista isométrica que a continuación se muestra, refleja la volumetría de la vivienda, así también, los detalles constructivos y los materiales más importantes.

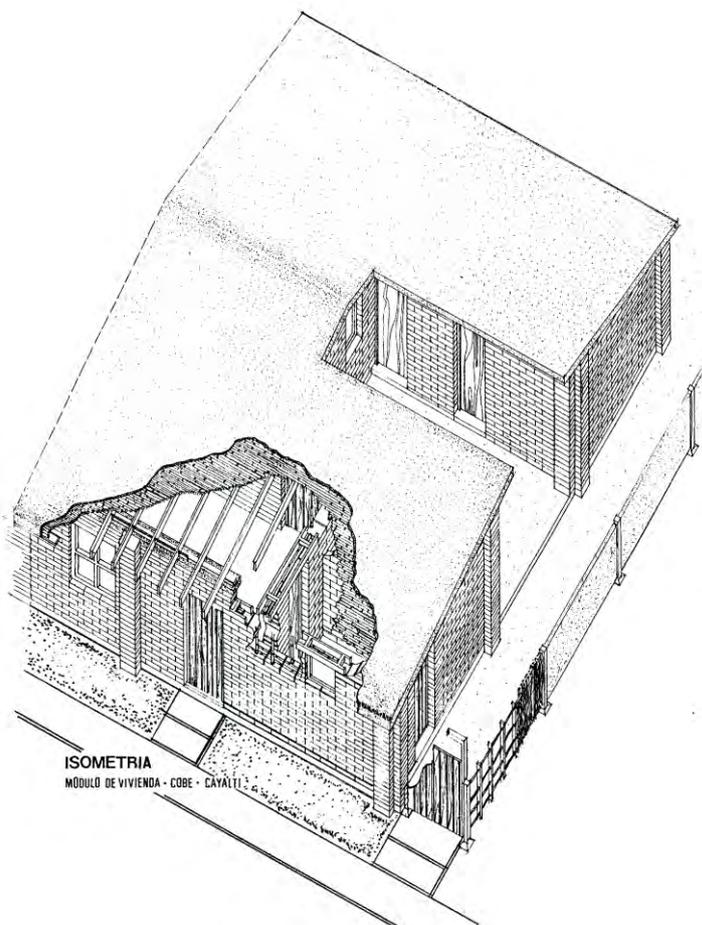


Figura N ° 96. Dibujo explosionado de la vivienda con adobe estabilizado-Cayalti.
Fuente: Elaboración propia de los autores.

4.9. Estado actual de las construcciones.

Luego de la inspección ocular “in situ”, es posible dar las primeras apreciaciones que corresponden a la configuración urbana, distribución de las áreas, la organización comunal, sobre todo el estado de conservación de las viviendas. Es importante señalar la participación y colaboración de los pobladores del sector, quienes a través de entrevistas, encuestas y datos anecdóticos, precisaron algunos detalles del proceso constructivo y el comportamiento de las viviendas, como proyecto experimental. Dentro lo más importante se puede señalar los siguientes:

- En el proyecto de la habilitación urbana, se contempló áreas de aporte y estacionamientos; sin embargo actualmente, en una clara trasgresión de la norma, se cambió el uso, para la construcción de una losa deportiva. Así mismo, el área destinada para la actividad comercial, ha sido parcialmente invadida.
- También se ha verificado, que los pasajes peatonales han sido reducidos en su sección, por que algunos usuarios han invadido el área de retiro municipal; a la fecha las autoridades municipales, no se han pronunciado, ni han rectificado o solucionado este problema.
- Las áreas destinadas para parque, esparcimiento y recreación, se encuentran en total abandono no han sido implementadas, por la entidad correspondiente, a pesar de los años transcurridos; actualmente los dirigentes de la urbanización, hacen gestiones, para solucionar esta problemática.
- En cuanto a los servicios básicos, se pudo constatar que el servicio de agua es insuficiente ya que se les asigna solo una hora al día. La recolección de la basura, es esporádica y se realiza a través de un volquete, que para realizar su trabajo invade los pasajes peatonales.
- Se observa que algunas de las viviendas conservan el techo original, torta de barro, a pesar de que se han producido precipitaciones pluviales en el año 1983 y el fenómeno de “El Niño” en 1,998. La mayoría de las viviendas, acondicionaron sobre la torta de barro, cobertura de asbesto cemento o calamina.
- Se observa, algunos cambios en la parte externa de las viviendas, como por ejemplo enlucido de los muros, cambio de puertas y ventanas, pintado de muros de los ambientes etc.; pero se mantiene la estructura original del proyecto y su distribución.
- Luego de transcurrido treinta y cinco años (35), las viviendas siguen prestando servicio, la mayoría con los mismos materiales que fueron concebidos.

CAPITULO V

EVALUACIÓN DEL PROGRAMA COBE- CAYALTI.

5.1. Antecedentes.-

Las construcciones con tierra (Adobe, Tapial, etc.) hasta aproximadamente 1972, no aparecía en los Reglamentos y Normas de Construcción y Diseño Sismo-Resistente. Sus referencias eran muy limitadas, solo se tenían experiencias y aplicaciones de otros países del suelo-cemento y el suelo-cal. No existía información sobre este material que permitiera realizar diseños estructurales de las edificaciones.

Tampoco existían normas de calidad y de ensayos para este material y para los bloques (Adobes) de tierra.

Después del sismo de 1970 en el Perú, era necesario incorporar rápidamente a la construcción con tierra en la agenda de los profesionales de la construcción, es decir, ingenieros y arquitectos, así como técnicos y operarios para estudiar y conocer las características de los sistemas tradicionales, e iniciar un Proyecto con la ayuda de los laboratorios y centros de investigación, que permita superar las limitaciones de las tecnologías existentes.

Luego de una rápida evaluación del problema, se plantearon los siguientes objetivos:

- Desarrollar una nueva tecnología de construcción sismo – resistente con tierra o suelo.
- Encontrar la forma de reforzar los muros.
- Mejorar las unidades de mampostería
- Mejorar los materiales de unión de las unidades de mampostería.
- Encontrar un tipo de estabilización adecuado.
- Encontrar un método de diseño estructural para este tipo de edificaciones
- Hacer construcciones experimentales
- Preparar normas de ensayo y calidad.
- Incorporar a las edificaciones con tierra en los reglamentos y normas de diseño y construcción.
- Experimentar y difundir los aspectos de diseño arquitectónico y de detalles constructivos.

La estrategia de intervención para el desarrollo del proyecto fueron las siguientes:

Etapa I: Búsqueda de información. Se realizó un intercambio con Centros de Investigación de varios países (aprox. 10). Se reunió documentación sobre las construcciones con tierra y avanzó en la estabilización de suelos.

Etapa II: Se realizó un trabajo con la Universidad de California USA y se realizaron experiencias empleando emulsiones asfálticas.

Etapa III: Se tomó la decisión de emplear el asfalto de caminos (RC-250) como estabilizador.

Etapa IV: Se realizaron los ensayos en los Laboratorios de Ensayo de Materiales y de Estructuras de la UNI.

Etapa V: Se construyó viviendas experimentales en la Costa-Nepeña- y en la sierra -Huaraz.

La Metodología aplicada tuvo en consideración el estudio de la tierra o suelo donde se tomaron muestras de diferentes zonas de Lima, Ica y Ancash, luego se realizaron los ensayos en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería, permitiendo clasificar y conocer las propiedades y características de cada tipo, para estudiar la posibilidad de ser estabilizados. Se realizaron los ensayos con Normas empleadas internacionalmente.

Además, se recopilaron aproximadamente veinte (20) ensayos de campo, que pueden emplearse para una preselección de suelos, con equipos simples y que podían dar una idea en relación con su empleo en la fabricación de bloques estabilizados

Se tomó la decisión de estudiar la posibilidad de emplear el asfalto de caminos (RC-250) como estabilizador. Hasta ese momento sólo se tenía información del uso de emulsiones asfálticas. El asfalto, era en la década del 70, un derivado de la industria petrolera en expansión. Para evitar la alteración de los bloques y de los muros por efecto de la humedad. se encontró que el asfalto funcionaba bien, que un pequeño porcentaje (de 1 a 1.5%) era suficiente para aumentar considerablemente el comportamiento de la tierra frente a la humedad. Encontrándose que era posible conseguir una buena homogeneidad aun con un mezclado manual.

Nuevos ensayos de absorción, de acción del agua a presión, etc., dieron la información necesaria para confirmar su eficacia.

Se estudio el carrizo para determinar sus propiedades como refuerzo de los muros con bloques de suelo estabilizado con asfalto, en forma similar al trabajo que realizan las barras de acero en los muros, evidenciando que tomarían los refuerzos que la propia mampostería simple no podía absorber. Se tenía una evidencia de su durabilidad en las construcciones antiguas edificadas con la tradicional "Quincha" (entramado de madera con caña y tierra)

El carrizo, partido para mejorar la adherencia, se empleó como refuerzo vertical y horizontal. Proyecto Piloto: Con toda la información obtenida en los numerosos ensayos en los laboratorios, se incorporaron al diseño y construcción de edificaciones experimentales en la costa (Nepeña) y en la sierra (Huaraz). En Nepeña se construyeron dos edificaciones incorporando las mejoras estudiadas. Se evaluó su aplicación y la posibilidad de ser empleado por los pobladores del lugar. Finalmente en Huaraz, se construyó una vivienda incorporando las mejoras y modificaciones sugeridas por la evaluación de los resultados en los laboratorios y los del proyecto Nepeña. Evaluación en el tiempo, diez (años): Luego de terminar el Proyecto COBE, el ministerio de vivienda a través de su Dirección Regional de Chiclayo, decidió construir un conjunto de cien (100) viviendas con esta tecnología en la Cooperativa Agraria de Producción "CAYALTI", en la zona rural de dicha ciudad.

Diez (10) años después, en la última semana de mayo de 1983, el Ing. T. Jurado, funcionario especializado en mecánica de suelos de la Empresa Nacional de Edificaciones-ENACE, realizó una evaluación de los resultados del proyecto "CAYALTI". Esta evaluación se realizó después de los daños causados especialmente en la costa norte por el fenómeno de "El Niño" en dicho año.

El resultado de dicha evaluación, no sólo fue muy satisfactoria, de acuerdo con lo sustentado por el Ing. Jurado en el Seminario Latinoamericano de Construcciones Sismo-Resistentes de Tierra, sino que fue corroborado por los testimonios de los usuarios y/o propietarios de dichas viviendas.

Veinte (20) años después, se ha comprobado la permanencia del estabilizador en los bloques. Con los Proyectos Piloto se verificaron los procesos, la posibilidad de la transferencia tecnológica a los usuarios sin especialización. Se verificó que es una tecnología aplicable en zonas aisladas, donde existen poblaciones con pocos recursos.

Los testimonios de la gente, habla de la gran diferencia entre una construcción con bloques estabilizados en muros y en pisos, respecto a las realizadas con adobe o tapial de tierra compactada sin estabilizar. (19)

El personal que se empleó para el Proyecto no tenía experiencia con estas tecnologías, sin embargo se observó que fácilmente aprendían los aspectos básicos de cada etapa del proceso.

Asimismo, en el Proyecto Piloto se emplearon a vecinos del lugar sin experiencia, para observar el proceso de capacitación en cada lugar.

En la actualidad, luego de transcurridos 35 años es posible actualizar la evaluación de estas 100 viviendas en términos funcionales y constructivos, además de verificar el estado de los materiales a través de algunos ensayos, sobre todo de la unidad de albañilería, como lo es el adobe estabilizado con asfalto.

Dentro de los aspectos funcionales, se abarcara temas que van desde la concepción urbanística del complejo y la habilitación urbana, así como de aspectos de diseño de la vivienda en términos de espacio, relaciones funcionales, confort y adaptabilidad.

Estos aspectos serán analizados, descritos y detallados a través de tablas, gráficos, registros fotográficos, trabajos de exploración y campo, levantamiento de planos y encuestas que permitirán sistematizar dicha información para lograr el objetivo del estudio, que se resume en poder validar y medir el grado de aceptabilidad de las viviendas en tiempo transcurrido.

Esta evaluación tiene los siguientes alcances y limitaciones.

Alcances.

- El ámbito geográfico del estudio es el área que ocupa la urbanización Nuevo Cayaltí, Distrito del mismo nombre, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, donde se ubica las viviendas construidas con adobe estabilizado, en el año 1976-1977.
- Este ámbito se centra en el valle del río Saña, debido a que en este valle abunda uno de los materiales, empleados en la construcción de las viviendas, según la información - proporcionada por los moradores de la urbanización.
- El presente estudio se centra en la evaluación funcional y constructiva, de las viviendas construidas con adobe estabilizado en Cayaltí; que permita validar y recomendar la tecnología empleada, en otra jurisdicción; por que estas construcciones forma parte de las investigaciones realizadas en las construcciones con adobes en el Perú.

Limitaciones:

- Por el tiempo transcurrido, desde la fecha de construcción de esta agrupación de viviendas (1976), fue difícil contar con información de primera fuente (planos del proyecto); así mismo no se ha registrado una evaluación anterior, que nos permita establecer pautas de enlace en la investigación.

- Como Programa de vivienda experimental; el de COBE-Cayaltí, fue único en su género a nivel nacional, no hay evidencia de programas similares, que nos permita realizar un análisis más objetivo, en función del contexto en que dio.
- Poca disposición y colaboración de los usuarios y/o pobladores del sector, sobre todo en los aspectos relativos al sinceramiento de la información, la desconfianza en este sentido, se vio superada, después de varios intentos para persuadir a los usuarios, que esta investigación no buscaba enfrentarlos a ninguna instancia de control público. (Municipalidad, Ministerio vivienda).
- Dificultad para obtener muestras o especímenes originales, los cuales tendrían que ser sometidos a ensayos de laboratorio: compresión simple y absorción.
- El gobierno local (Municipio), no cuenta con información relevante de la habilitación urbana, que nos permitiera hacer un mejor diagnóstico.
- Se coordinó con la Junta Directiva de la Urbanización, para que brinde apoyo a nuestro estudio, y en contrapartida nuestra colaboración, como autores de esta investigación, consistiría en el desarrollo del proyecto de los parques.

5.2. Metodología del proceso de evaluación.

La Metodología se desarrolla sobre la base de acciones y actividades, que abarcan tareas de gestión, coordinación, levantamiento de información, trabajo de campo, trabajo de gabinete, contrastación de resultados y finalmente la determinación de las conclusiones y recomendaciones.

Teniendo como patrón estas acciones y actividades la Metodología para la evaluación comprende:

- 1.- Reconocimiento y replanteo del área en estudio.
- 2.- Diagnóstico preliminar de la problemática urbana.
- 3.- Diseño de ficha encuesta / Programa de encuestas.
- 4.- Inspección de las viviendas / verificación estado actual.
- 5.- Análisis y resultados de la encuesta / Interpretación.
- 6.- Identificación de fallas / Descripción / Propuesta de reparación.
- 7.- Ensayos de laboratorio del Adobe estabilizado / Resultados / Interpretación.

1.- Reconocimiento y Replanteo del Área en Estudio.

Se levanta información física-espacial de la Urbanización; contrastación de los planos originales con la realidad (replanteo); verificación de áreas; vías perimetrales aledañas, vías o

pasajes peatonales, parques, áreas recreativas etc.; descripción del entorno urbano; resumen de observaciones; toma de fotografías.

2.- Diagnostico Preliminar de la problemática urbana.

En este acápite se hace un comentario general del estado situacional de la Urbanización, indicando su problemática y contrastando la información con los pobladores del sector; se hace el primer contacto con la Junta Directiva del lugar para esclarecer los pormenores del estado situacional de la Urbanización; se informa de los objetivos de la evaluación de las viviendas y su entorno, y de la necesidad de colaboración de los pobladores, quienes conocen del comportamiento de los elementos de las viviendas; y a su vez del aporte de los profesionales que tienen a cargo la evaluación, consistente en la elaboración del proyecto de los parques.

3.- Diseño Ficha encuesta /Aplicación.

Como herramienta importante dentro de la evaluación, se considera que la ficha encuesta que se diseñó, recoge de manera sistemática la información de primera fuente de los pobladores usuarios de las viviendas, ya sean estos adjudicatarios y/o propietarios iniciales que representan el 74.40 %, o aquellos que compraron la propiedad después de transcurrido algún tiempo que llegan al 25.60 %. Asimismo esta encuesta esta dirigida a la muestra conformada por los propietarios y adjudicatarios de las viviendas que son 45 y se desarrolló con preguntas fáciles y comprensibles para el poblador común, también se determinó que debía ser voluntaria, aleatoria y sobre la base de una muestra representativa de 45 viviendas, del total de 100 viviendas de la Urbanización. El cuestionario de preferencia debía aplicarse al jefe de familia. (Ver anexo A)

4.- Inspección de las viviendas / verificación estado actual

Se visitó las viviendas aleatoriamente, contando con la anuencia del jefe de familia, se hizo el recorrido interior identificando y anotando cada detalle de la arquitectura o estructura que llamo la atención, para lo cual también se recurrió al testimonio del mismo usuario, manifestando las razones de dichas ocurrencias. Se tomaron fotografías y en algunos casos se realizaron entrevistas.

5.- Resultados de la encuesta / Interpretación.

El resultado de la encuesta se presenta a través de cuadros y gráficos estadísticos, los que según la interpretación sirve para definir y precisar las conclusiones de la evaluación tanto en el aspecto funcional como constructivo. (Ver conclusiones y recomendaciones).

6.- Identificación de fallas más frecuentes / Descripción

Se identificó las fallas, que en este caso fue recurrente en la mayoría de viviendas, una vez identificada se hace un análisis de las causas por las que se presentó; se establece la magnitud de la misma y posteriormente se procede a recomendar un procedimiento de reparación de tal manera que el usuario pueda solucionar dichas reparaciones.

7.- Ensayos de laboratorio - Adobe estabilizado / Resultados / Interpretación

Se seleccionó muestras de adobe estabilizado de una de las viviendas, en la cual se estaba realizando una ampliación. Se tomaron seis (06) muestras; de éstos, dos (02) fueron sometidos a ensayo de absorción, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, de la Facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y Arquitectura (FICSA), de la UNPRG, para evaluar la impermeabilidad de los bloques; las otras cuatro (04) muestras fueron ensayadas a compresión simple, en el mismo laboratorio de la FICSA, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

5.3. Desarrollo de las actividades para la evaluación.

5.3.1. Reconocimiento y Replanteo del Área en Estudio.

De las Áreas Generales:

La “Nueva Urbanización Cayaltí”, nombre que identifica el sector, materia del estudio, se ubica al nor.-este de la ciudad de Cayaltí, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque. El área total es de 3.5 hectáreas aproximadamente, fue diseñada como una habilitación urbana Tipo A, considerando la calidad mínima de las obras, veredas de concreto simple y conexiones domiciliarias de Agua, Desagüe y energía eléctrica. En cuanto al tipo de aportes, sobrepasa el 13% mínimo exigible para ese año que se proyectó, manteniendo un 30% en la actualidad. Presenta una Densidad bruta de 142 Hab. /Ha. y una densidad neta de 312 Hab. /ha, lo que le da un rango 3 según la normatividad vigente.

Las vías perimetrales que circundan a la Urbanización tienen 3 secciones diferentes:

Sección 1-1 de 21.80 metros lineales (ver plano U-01 - Anexo E.)

Sección 2-2 de 12.00 metros lineales (ver plano U-01 - Anexo E.)

Sección 3-3 de 11.60 metros lineales (ver plano U-01 - Anexo E.)

Los pasajes peatonales (del 1 al 4) son de 8.00 m. l. de sección considerando 2.00 m. l. de vereda central, más 3.00 m. l. a cada lado que corresponde al retiro municipal. El pasaje 5 tiene 10.00 m. l. de sección también con dos metros de vereda y a los lados 3.00 ml. y 5.00 ml. de retiro respectivamente. (Ver plano U-01- Anexo E.)

La distribución de áreas en la actualidad es la siguiente:

Área Lotes para vivienda:

Manzana A: 14 Lotes / Área: 2,240 m²

Manzana B: 14 Lotes / Área: 2,240 m²

Manzana D: 20 Lotes / Área: 3,200 m²

Manzana E: 16 Lotes / Área: 2,560 m²

Manzana F: 16 Lotes / Area: 2,560 m²

Manzana G: 20 Lotes / Area: 3,200 m²

Subtotal:	16,000.00 m²	16,000.00 m ²	(45.71%)
------------------	--------------------------------	--------------------------	-----------------

Área de Lotes para Otros usos:		912.00 m ²	(02.60 %)
--------------------------------	--	-----------------------	------------------

Área de Lotes para comercio (Manzana C):		672.00 m ²	(01.92 %)
--	--	-----------------------	------------------

Área Parque 1:	4 140.00 m ²		
----------------	-------------------------	--	--

Área Parque 2:	1 296.00 m ²		
----------------	-------------------------	--	--

Área Parque 3:	<u>672.00 m²</u>		
----------------	-----------------------------	--	--

Sub. Total:	6,108.00 m²	6,08.00 m ²	(17.4 %)
--------------------	-------------------------------	------------------------	-----------------

Área deportiva:	1 600.00 m ²		
-----------------	-------------------------	--	--

Área mini coliseo:	<u>1,200.00 m²</u>		
--------------------	-------------------------------	--	--

Sub. Total:	2,800.00 m²	2,800.00 m ²	(08.0 %)
--------------------	-------------------------------	-------------------------	-----------------

Área vías peatonales, retiros etc.:		<u>8,508.00 m²</u>	(24.3%)
-------------------------------------	--	-------------------------------	----------------

TOTAL AREA:		35,000.00 m²	(100.0%)
--------------------	--	--------------------------------	-----------------

De las viviendas:

Se edificaron un total de 100 viviendas en lotes de terreno de 160.00 m² (16.00m. x 10.00 m) con un modelo original siendo este de cuatro tipos:

Tipo A1, 48 unidades; Tipo A, 48 unidades (viviendas pareadas); Tipo B, 02 unidades, y Tipo B1, 02 unidades; total 100 viviendas. El área techada de cada vivienda, es: 83.98 m², que representa el 52.4%; quedando como área libre 76.02 m², que equivale al 47.6%.

El Diseño del módulo de vivienda, considera un muro medianero compartido (vivienda pareada), asimismo comparte los muros, que limitan la propiedad en la parte lateral y posterior. Presenta un solo piso y techos a dos aguas orientadas hacia la parte frontal (fachada) y el otro hacia la parte posterior (corral). La distribución se organiza con ambientes de sala-comedor (ambiente múltiple), cocina, dormitorios (3) que se encuentran alrededor del patio central, presenta un servicio higiénico con frente al patio central, éste independiza en una parte, el lavatorio e inodoro y en otro lado la ducha. También plantea un corredor de servicio, con puerta independiente, desde la calle que conduce al corral o patio posterior.

Ambientes, dimensión y área (interiores)

1. Sala-comedor:	(4.71m x 3.48m)	A = 16.39 m ²	
2. Cocina:	(2.85m x 2.07)	A = 5.90 m ²	
3. Dormitorio 1:	(4.11m x 3.28m)	A = 13.48 m ²	
4. Dormitorio 2:	(3.28m x 3.45m)	A = 11.32 m ²	
5. Dormitorio 3:	(2.95mx 3.30m)	A = 9.73 m ²	
6. Baño:	(1.70m x 1.24m)	A = 2.11 m ²	
7. Ducha:	(1.00mx 1.24m)	A = 1.24 m ²	
8. Pátio:	(4.97m x 3.30m)	A = 16.40 m ²	
9. Corredor:	(11.70mx1.48m)	A = 17.32 m ²	
10. Corral:	(9.93m x 4.28m)	A = 42.50 m ²	136.39m ²
	Muros/ tabiques	A = 23.61 m ²	
	Total Área:	A = 160.00 m²	

El área habitable resultante es de 136.39 m², la densidad de muro representa el 24.95 % del área techada, valor alto en comparación con otros sistemas constructivos convencionales; ladrillo 13%, y adobe común 21%, aproximadamente.

5.3.2. Diagnostico Preliminar de la Problemática Urbana.

Como en todo proceso, es posible advertir aciertos y desaciertos en una intervención, esto lógicamente, solo se puede observar luego de una evaluación y después de haber transcurrido

un periodo de tiempo. Como este proyecto fue de carácter experimental y lanzado como piloto, se le dio mayor énfasis a la aplicación de materiales mejorados y el sistema constructivo, sin embargo todo esto se presentó en un contexto urbano, que tuvo implicancias en la propuesta de diseño, tanto de la parte urbanística como el de la propia vivienda.

La problemática urbana se puede resumir en varios puntos:

1. Tránsito e incumplimiento de la normatividad por parte de los habitantes de la Urbanización, al invadir los retiros municipales y realizando ampliaciones de ladrillo y cemento. Esto reduce la sección de los pasajes peatonales, incrementando el peligro en el caso de una situación de evacuación de emergencia. En la urbanización existe Junta Directiva, que no cuenta con local institucional o centro comunal; además se pudo apreciar que el 55.30 % de las viviendas tienen modificación del diseño arquitectónico original; han realizado ampliaciones en el interior de la vivienda, estas ampliaciones ocupan el área libre que puede ser el patio interior o el corral.
2. En el trabajo de campo, se constató que sólo existe dos viviendas de dos pisos con material noble; estas construcciones han invadido parte del área del retiro municipal, tal como se puede apreciar en la siguiente vista fotográfica.



Vista fotográfica N ° 03: Se muestra construcción (izquierda) en retiro municipal.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.

En la actualidad Cayaltí, como parte integrante del territorio nacional, afronta el álgido problema de la vivienda; las casas habitación son construidas con material rustico, tanto en la ciudad como en la zona rural, al extremo que están tugarizadas y presentan insalubridad para la población que los habita.

Gran porcentaje de las viviendas en Cayaltí, están construidas de material rústico y algunas se encuentran en pésimas condiciones; se aprecia que el 25% de las viviendas están construidas con material noble; en total suman 4,370 viviendas que forman 177 manzanas, se encuentran ubicadas en forma continua y contigua que forman calles y un parque principal.

El área Urbana actual ocupa 62.2 Hectáreas.

La actividad económica principal, en la que participa el distrito de Cayaltí, es la agricultura, la cual pertenece al sector primario, que consiste en el aprovechamiento racional de los suelos y agua para el cultivo de plantas, generando riquezas. Su clima semi-cálido y sus suelos han permitido la adaptación y el cultivo industrial de la caña de azúcar. La Empresa Agro Industrial Cayaltí S. A. atravesó por la peor crisis económica, que ocasionó la paralización de esta principal actividad agrícola como es la caña de azúcar. Actualmente esta empresa es administrada por COFIDE - quien ha logrado capitalizar su deuda con el Estado, ya que arrastraba más de S/. 60 millones en deuda tributaria. Esto permite que Cayaltí incremente sus acciones. A través de COFIDE se ha logrado sembrar más de 600 Has de algodón, hasta fin de año se ha programado sembrar 1,000 Has de caña de azúcar (2011), y actualmente se cuenta con 155 Has sembradas de Fréjol Caupi. De esta manera Cayaltí, está saliendo de una de las peores crisis de la Empresa, y tiene muchos proyectos que permitirán lograr su desarrollo.

La actividad principal de los pobladores de Cayaltí, es la agrícola, es común los cultivos de maíz arroz, yuca, camote, frijol, chileno, hortalizas, además alfalfa y árboles frutales, tales productos son comercializados en el mercado local, para el consumo de la población; también se realiza el comercio ambulatorio, y es frecuente ver comerciantes de otros lugares: Cajamarca, Chiclayo y Bamba marca.

Al parecer el nivel de vida de Cayaltí no ha mejorado, a diferencia de otros pueblos de la región de Lambayeque.

- 3 Invasión de veredas de los pasajes peatonales por unidades motorizadas (Autos y moto taxis), permitido de alguna manera por los usuarios, lo que ocasiona que esto se vuelva habitual. También es frecuente que el carro recolector de basura o la cisterna de agua potable, al realizar su trabajo maltraten y deterioren las veredas.

- 4 Insuficiente control y exigencia, por parte de las autoridades municipales, para hacer respetar la normatividad y los parámetros de zonificación.
- 5 Infraestructura de parques sin implementar, la Municipalidad Distrital de Cayaltí, carece de presupuesto para el equipamiento urbano de las áreas recreacionales, el mantenimiento de los parques se torna complicado debido a la escasez de agua en el sector. En la siguiente fotografía, se muestra la situación de las áreas destinadas a parques en la Nueva Urbanización de Cayaltí.



Vista fotográfica N ° 04: Se muestra la situación actual de los parques.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores

6. Deficiente servicio de recolección de basura, ya que se hace ínter diario y la Urbanización no cuenta con depósitos o contenedores debidamente ubicados, para permitir que los vecinos puedan acumular la basura.
- 7.- Las áreas recreativas y deportivas, se encuentran sin protección ni cerramiento que permita mejorar su mantenimiento. Así mismo, no existe área recreativa para la población infantil.
8. La urbanización no cuenta con un local comunal, a pesar de que hay espacio destinado para este fin.
9. El gobierno local, aún no implementa el servicio de Serenazgo, por lo tanto es notoria la falta de seguridad y la proliferación de la delincuencia.
10. En la actualidad, existe una Junta Directiva, la cual viene gestionando y haciendo esfuerzos por mejorar el equipamiento urbano y el mejoramiento de, los servicios básicos.

11. Se constató, que casi la totalidad de la viviendas (98%), mantienen su arquitectura original, con algunos cambios al interior de la vivienda, también se aprecia que la mayoría arregló la fachada, mejorando el revestimiento y aplicando color a su vivienda.
12. Todos los moradores de la urbanización, tienen títulos de propiedad; los propietarios originales de la vivienda están conformados por el 74 %, y sólo 26% de los propietarios originales han vendido sus viviendas.
13. Se ha revaluado las viviendas, más por el área del terreno que ocupan y por la ubicación dentro del casco urbano de la ciudad.

5.3.3 Ficha Encuesta. / Programa de Encuestas.

Como herramienta importante dentro de la evaluación, se considera que la Ficha encuesta se diseñó, para recoger de manera sistemática, información primaria de los pobladores (usuarios) de las viviendas; ya sean estos adjudicatarios y/o propietarios iniciales o aquellos que compraron la propiedad después de transcurrido algún tiempo. Asimismo, se determinó que debía ser desarrollada con terminología básica, comprensible para el poblador local, debía ser voluntaria, aleatoria y sobre la base de una muestra representativa del 45% de las familias. Se realizó las preguntas al jefe de familia.

Estructura de la Ficha encuesta:

La ficha encuesta recoge en una primera sección, muy escueta todo lo referente a; identificación a través de preguntas enmarcadas en datos personales del jefe de familia; ubicación de la vivienda y cantidad de personas que habitan actualmente la vivienda. La segunda parte de la encuesta se divide en tres temas o aspectos:

- | | |
|---------|---|
| Tema 1. | Aspecto Urbano (Estructura Urbana de la Habitación) |
| Tema 2. | Aspecto Social (Organización vecinal) |
| Tema 3. | Aspecto Funcional y Constructivo de la vivienda. |

Descripción de la segunda parte de la Encuesta.

- Tema1.- En el aspecto urbano, interesa saber la opinión acerca de la configuración y/o disposición de las áreas de la Urbanización, que el proyecto destinó para vivienda, parques, recreación, circulación, estacionamientos etc. Asimismo conocer la problemática en términos de servicios básicos, seguridad y prestación de servicios municipales. (Aspecto Urbano)

- Tema 2.- Conocer los niveles de organización vecinal, participación y capacidad de gestión de la dirigencia, para emprender acciones conducentes a mejorar su entorno urbano. (Aspecto Vecinal)
- Tema 3.- Determinar el grado de aceptabilidad de la vivienda por los pobladores usuarios, considerando:
La distribución, tamaño y confort de los ambientes; el comportamiento, calidad, duración y confiabilidad de los materiales; los cambios, adecuaciones, ampliaciones y/o mejoras realizado en la vivienda, todo esto en virtud de tener una visión general de la performance de la misma. (Aspecto funcional y constructivo).

Trabajo de campo

- i) Como primera medida, averiguar si la urbanización cuenta o no con una organización vecinal, obteniendo como respuesta que existe una Asociación de Pobladores.
- ii) Para practicar la encuesta en la Urbanización, se hace contacto con la Junta Directiva de la Asociación de Pobladores, para informarles de la evaluación funcional y constructiva que se practicará a las viviendas de la Urbanización, y que se necesita contar con la colaboración y participación de la Asociación.
- iii) La estrategia establecida para la toma de información, se coordinó con la Junta Directiva de la Urbanización; la convocatoria lo realizan través de la emisora local, sin embargo, recién a la tercera oportunidad con regular asistencia de moradores, se acepta nuestra participación en la evaluación de las viviendas; de igual modo, los tesis, nos comprometimos a realizar, como contraparte, elaborar el proyecto arquitectónico de los parques de la urbanización.
- iv) Con el apoyo de los pobladores, los dos evaluadores y dos encuestadores más de apoyo, llevan a cabo la encuesta, con la ficha diseñada para tal efecto; trabajando una semana, se recepciona la información de los jefes de familia de acuerdo al cuestionario de la ficha.
Algunos moradores, se mostraron renuentes a proporcionar información sobre su vivienda, advirtiendo cierto temor, en el sentido de que esta información les perjudique a la postre, con alguna entidad fiscalizadora. Para dar solución a este problema, se optó tomar una muestra representativa y válida para el estudio, aplicando el método estadístico de la población finita. (Ver detalle del cálculo de la muestra, en página 161 y 162)

v) Se logra finalmente, que 45 moradores o jefes de familia, colaboren con la labor emprendida, cuyos resultados se comentan más adelante

En las siguientes vistas fotográficas se muestra, la coordinación establecida con la Junta Directiva de la Urbanización, y la entrega de los proyectos arquitectónicos de los parques.



Foto N ° 05. Se observa los integrantes de la Junta Directiva de la Urbanización, recibiendo las maquetas de proyectos de los parques.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.



Foto N ° 06: Muestra a los integrantes de la junta Directiva y los autores de la evaluación.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.

5.3.4 Inspección de las viviendas / Estado Actual.

En el desarrollo de la inspección, de la situación actual de las viviendas de la Urbanización, se empleó la técnica de investigación de la observación, y los instrumentos empleados fueron los

registros gráficos a través de fotos y los registros audiovisuales, por medio de archivos de video.

Estas técnicas de investigación, se emplearon para obtener información cuantitativa de la situación actual de las viviendas de la Urbanización.

Equipos y elementos empleados en la recolección de información. :

- Encuesta.
- Cámara de video.
- Grabadora de voz.
- Cámara fotográfica.

La población está conformada por los moradores de las 100 viviendas de la “Nueva Urbanización Cayaltí”.

Dado que no ha sido factible encuestar a todas las viviendas, por las razones que se explica, en las coordinaciones previas a la evaluación, se tomó una muestra de la población.

La muestra, estuvo enmarcada en la aplicación de la fórmula estadística para población finita, la cual dio un resultado de 80 viviendas, luego se procedió a aplicar la fórmula de factor de corrección finito para ajustar la muestra, dando como resultado 45 viviendas. Por lo tanto, la muestra se estableció en 45 viviendas, a las cuales se aplicó la encuesta

Procedimiento estadístico empleado, para determinar el tamaño de la muestra.

Considerando que la investigación posee una población finita, es decir, se conoce el total de la población, del cual se tomará una muestra, dada por la siguiente fórmula: (k) (l)

Donde:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n = muestra a determinar

N = Total de la población

Z α = Valor crítico del nivel de confianza.

p = Proporción poblacional de ocurrencia de un evento.

(En caso de no tener dicha información se utiliza el valor p = 0.5 (50%).

q = Proporción poblacional de no ocurrencia de un evento. (1 – p) (En este caso 1-0.5 = 0.5).

d = precisión o error muestral.

Para la presente investigación se toman los siguientes valores:

Z = 1.96 (El nivel de confianza prefijado da lugar a un coeficiente (Z α).

Para una seguridad del 95%; $Z = 1.96$; $p = 50\%$; $q = 1 - p = 0.5$; $d = 5\%$; $N = 100$; $n = ?$

Determinación de la Muestra:

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot (0.5) \cdot (0.5) \cdot (100)}{(100-1) \cdot (0.05)^2 + (1.96)^2 \cdot (0.5) \cdot (0)}$$
$$n = \frac{(3.8416) \cdot (0.25) \cdot (100)}{(99) \cdot (0.0025) + (3.8416) \cdot (0.25)} = (96.04) / (1.2079) = 79.50$$

n = 80 viviendas.

Aplicación del Factor de Corrección.

Por considerar que la muestra es aún bastante amplia, se aplica el método de corrección. (m)
Como el tamaño de la población es conocida: 100 viviendas, se utiliza el factor de corrección para población finita, considerando la muestra obtenida anteriormente, como muestra inicial; aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Fórmula: } n^1 = \frac{n_o}{1 + \frac{(n_o - 1)}{N}} = \frac{80}{1 + \frac{(80 - 1)}{100}} = \frac{80}{1.79} = 44.69$$

Donde: n_o = muestra inicial

N = Tamaño de la población

n^1 = muestra final de la población.

$n^1 = 45$ viviendas

Las cien (100) viviendas de la Urbanización, se inspeccionan “in situ”, externamente y en forma general, con vistas fotográficas, donde se muestra en primer lugar, que la cobertura de los techos es inclinada y a base torta de barro estabilizado, sobre vigas de madera; cuyas “goteras” se han deteriorado por efecto del agua de lluvia, y que 90% de los techos, está protegido con material precario, calamina, asbesto cemento (Eternit), colocados en forma rústica, tal como se observa en la siguiente vista.

En la inspección interna de las viviendas, se detecta algunos cambios, con respecto al proyecto original, que se detallan a continuación.



Vista Fotográfica N ° 07: Viviendas con adobe estabilizado, protegidos con planchas de Eternit.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.

Como consecuencia de la inspección, los principales cambios que se observa al interior de las viviendas son los siguientes:

- Ocupación del área libre original. Por lo general cubriendo todo o gran parte del área del patio interior, en desmedro de una buena iluminación y ventilación natural. El cual representa un 55.30 % de las viviendas inspeccionadas.

En la siguiente vista, se observa el patio interior techado con plancha de asbesto cemento (Eternit).



Vista fotográfica N ° 08: Se muestra la ampliación de la vivienda, ocupando el patio interior.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.

- Ocupación de área de pasajes peatonales, el 8% de los moradores, han invadido el retiro municipal de pasajes peatonales, para ampliar su vivienda con material noble. En la siguiente vista se observa la ocupación del retiro municipal, para ampliación de vivienda.



Vista fotográfica N ° 09: Se puede observar la ocupación del retiro municipal, para ampliación de vivienda.

Fuente: Archivo fotográfico de los autores.

- Ampliación al interior de la vivienda, de ambientes originales por considerarlos pequeños; para ampliar la cocina han tomado parte del área del pasadizo; para ampliar la sala-comedor, han demolido un muro del primer dormitorio, para tener un ambiente grande en forma de L.
- Cambio de puertas y ventanas de madera deterioradas, por el paso del tiempo, por carpintería metálica, utilizando los mismos vanos.
- Construcción de cerco en el frontis, ocupando prácticamente área municipal e incorporándola a la propiedad.
- Cambio de piso, en ambiente de servicios higiénicos, instalación de nuevos aparatos sanitarios; inversión que bordea los 600 nuevos soles.
- Tarrajeo y pintura, en paredes interiores y fachadas. Originalmente, muros cara vista, es decir, sin enlucir y sin pintura.

El 90% de los usuarios, han enlucido muros de la fachadas y muros interiores, aproximadamente en área: 212.74 m², también han aplicado pintura en la misma área; cuya inversión bordea los: **CINCO MI, Y 00/100 NUEVOS SOLES (S/. 5,000.00).**

La inspección externa e interna, de algunas viviendas, se muestra en el video de las entrevistas, que forma parte de los anexos.

5.3.5 Resultados de la encuesta / Interpretación.

Los resultados de la encuesta, se presentan de acuerdo al orden y estructura de la misma, considerando los temas mencionados anteriormente.

Después de aplicar la encuesta, que consta de tres aspectos o temas que contienen información brindada por los propietarios de las viviendas, que en total son 45, se procedió a detallar la información en tablas y gráficos.

Se realizaron 45 encuestas, conforme la muestra seleccionada de esta investigación. El tipo de muestreo utilizado de acuerdo a la naturaleza del estudio, fue el aleatorio simple, porque es un procedimiento de selección de una muestra, por el cual todos y cada uno de los elementos de la población tendrán la misma posibilidad de ser incluidos.

Para realizar el desarrollo de las encuestas, se procedió aplicar 45 encuestas, que los responsables del presente estudio diseñaron, las encuestas se realizaron casa por casa a los propietarios de las viviendas.

El resultado de la encuesta, que se muestra, tiene la siguiente secuencia; primero la pregunta, luego se refleja el cuadro resumen de la respuesta, acompañado de un gráfico, tipo pastel con la respectiva interpretación.

Tema 1. Aspecto Urbano.

1.1.- ¿La configuración o distribución de las manzanas y lotes de su urbanización. ¿La considera?

Tabla N ° 01.- Distribución porcentual de la aceptación de la distribución de manzanas y lotes en la Urbanización.

Alternativa,	%
Adecuada	85%
No adecuada	15%

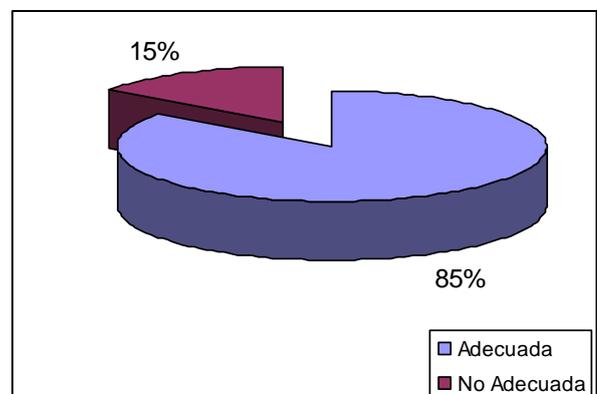


Gráfico N ° 01. Resultados de la pregunta N ° 1.1.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** Al respecto se pudo constatar por las respuestas recibidas que la gran mayoría, 85% de los pobladores consideran que la Urbanización, tiene una adecuada distribución de áreas, (Manzanas y lotes); asimismo un 15% considera que la Urbanización no tiene una adecuada distribución, la razón principal de éste último valor, sería por una loltización no convencional, es decir, lote frente a calle con acceso directo vehicular.

1.2.- ¿El tamaño (10 m x 16 m) y el área (160.00 m²) del lote de su vivienda, es:

Tabla N ° 02: Distribución porcentual de la aceptación del tamaño de la vivienda.

Alternativa.	%
Es suficiente para su familia	87.2%
No es suficiente para su familia	12.8%

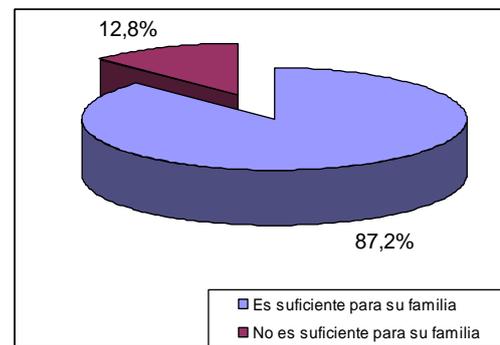


Gráfico N ° 02: Resultado de la pregunta N ° 1.2.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** En cuanto al área y dimensiones del lote (160.00m²) o (10ml x 16 ml), el 87.2% respondió que el tamaño de la vivienda es suficiente para su familia. Sin embargo el 12.8 % considera que el tamaño de la vivienda no es suficiente para su familia.

1.3.- ¿En cuánto a las áreas libres de su urbanización. (Parques) y áreas recreativas:

Tabla N ° 03: Distribución porcentual de la apreciación de la ubicación de áreas libres y recreativas en la urbanización.

Alternativa.	%
Están bien ubicadas y es suficiente para la Urbanización.	61.7 %
Están mal ubicadas y no son suficientes	6.3 %
Están bien ubicadas pero no son suficientes	32.0 %
Están mal ubicadas y son suficientes	----

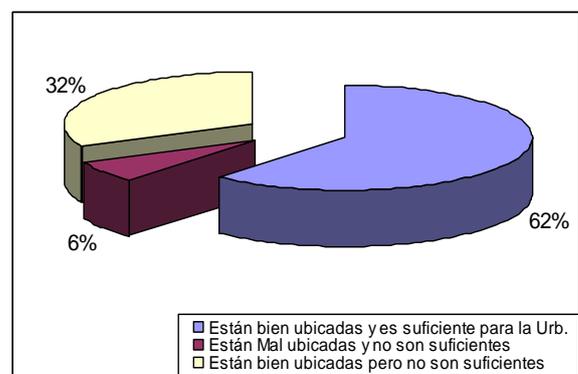


Gráfico N ° 03: Resultado de la pregunta N ° 1.3.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** La mayoría, 61.7% de los encuestados consideran que las áreas de recreación y parques están bien ubicadas y además tienen la extensión suficiente para la Urbanización, contra un pequeño porcentaje 6.3 % que no está de acuerdo. Además un 32 % de los encuestados dicen que están bien ubicadas, pero no son las áreas libres y recreativas suficientes. Este resultado contrasta con la realidad, existe el área adecuada más no la infraestructura adecuada.

1.4.- ¿Qué infraestructura cree que le falta a su Urbanización? (Haga una lista en orden de prioridad).

Tabla N ° 04: Distribución porcentual de la apreciación que se tiene de la inexistencia de determinada infraestructura en la Urbanización.

Alternativa.	%
Parque	54.32%
Juegos Infantiles	13.58%
Mejoramiento alumbrado	12.35%
Local Comunal	8.64%
PRONOEI	6.17%
Estacionamiento	1.23%
Capilla/Gruta	1.23%
Mercado	1.23%
Garita de Vigilancia	1.23%

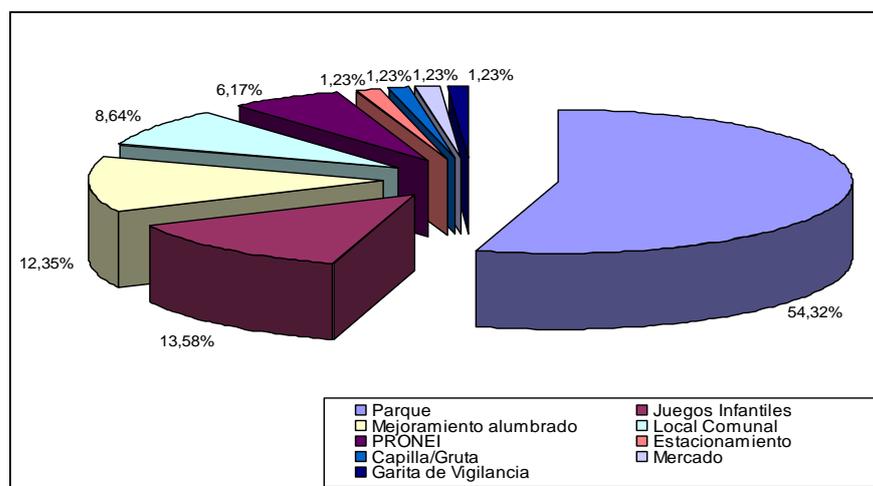


Gráfico N ° 04: Resultado de la pregunta N ° 1.4.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** En cuanto a la infraestructura que necesita la Urbanización, un 54.32% asume que prioritariamente debe construirse los parques, un 13.58% opina que los juegos para niños deben implementarse, asimismo y en menor proporción los pobladores solicitan la construcción de un local comunal, un Pronoei, lugares de estacionamiento, capilla etc.

1.5.-Con respecto a los Servicios que brinda la Municipalidad:

1.5.1.- ¿El recojo de basura se hace en forma adecuada o no?:

Tabla. N ° 05: Descripción porcentual de la apreciación del servicio de recojo de basura que brinda la municipalidad en la urbanización.

Alternativa.	%
Adecuada	46%
No Adecuada	54%

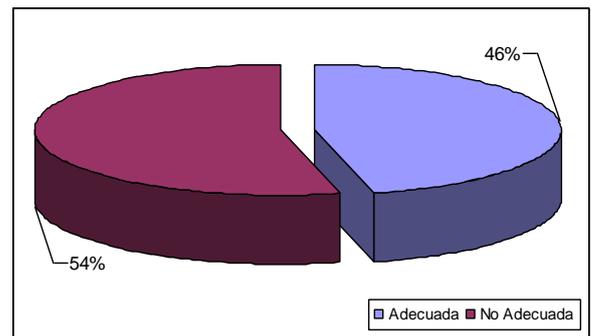


Gráfico N ° 05: Respuesta a la pregunta 1.5.1.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** El recojo de basura se realiza con unidades motorizadas no especializadas, invadiendo vías peatonales, deteriorando las veredas; además este servicio es ínter diario, esta realidad se ve reflejada en la respuesta que brinda los encuestados, indicando que el servicio es no adecuada en 54%., y 46% considera que el recojo de sólidos es la adecuada.

1.5.2.- El servicio de Parques y jardines, es o no eficiente:

Tabla N ° 06: Descripción porcentual de la apreciación del servicio de parques y jardines que brinda la municipalidad en la Urbanización.

Alternativa.	%
Es eficiente	14.9%
Es deficiente	85.1 %

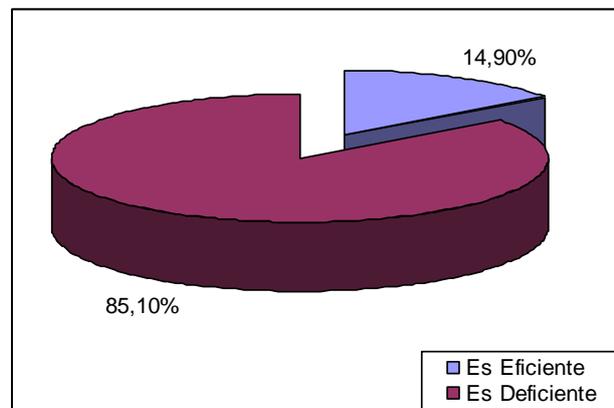


Gráfico N ° 06: Respuesta a la pregunta N ° 1.5.2.
Fuente: Elaboración propia

- **Análisis:** El nivel de deterioro de los parques y jardines es alto, la autoridad municipal, responsable de este servicio, prácticamente tiene en abandono estas áreas. La insatisfacción es notoria, con 85.1%, y solo el 14.9 % considera que el servicio es eficiente.

1.5.3.- El servicio de Agua potable y Alcantarillado, es bueno o malo:

Tabla. N ° 07: Descripción porcentual de la apreciación del servicio de agua potable y alcantarillado que brinda la Municipalidad en la Urbanización.

Alternativa.	%
Bueno	-----
Regular	44.7 %
Malo	55.3%

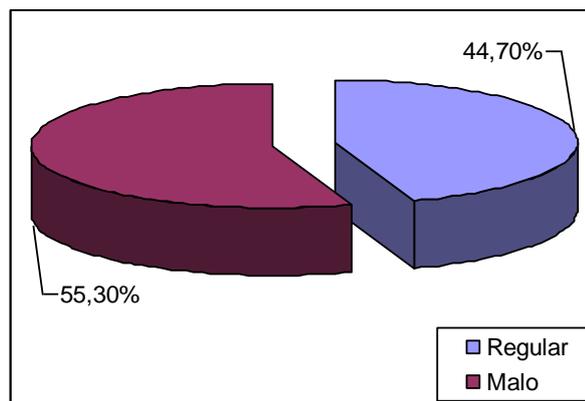


Grafico N ° 07: Respuesta a la pregunta. N ° 1.5.3
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** El problema del agua potable, es el más álgido; el servicio se brinda una hora diaria, es por eso que la totalidad de los encuestados no califica como bueno a este servicio; el 44.7% califican como Regular, y el 55.3 % como malo.

1.5.4.- El servicio de Alumbrado es bueno o malo:

Tabla N ° 08: Descripción porcentual de la apreciación del servicio de alumbrado que brinda la municipalidad en la Urbanización.

Alternativa.	%
Bueno	25.6%
Regular	63.8%
Malo	10.6%

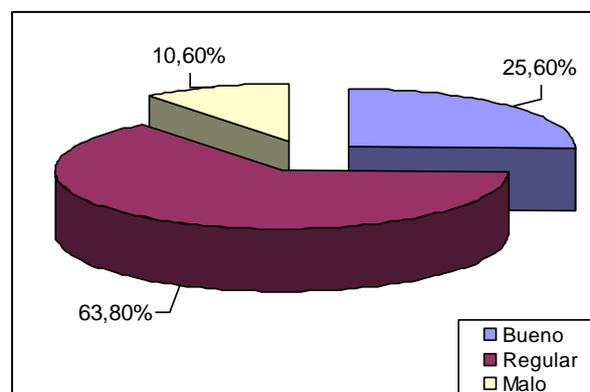


Grafico N ° 08: Respuesta a la pregunta N ° 1.5.4
Fuente: Elaboración propia

- **Análisis:** El servicio de alumbrado es considerado como bueno en un 25.6%, predominando la opinión de regular con un 63.8 %; esto se explica por el hecho de que la energía es permanente las 24 horas del día, contra un 10.6% que considera que el servicio es malo.

1.5.5.- En cuanto al servicio de serenazgo, es bueno o malo:

Tabla N ° 09: Descripción porcentual de la apreciación del servicio de serenazgo que brinda la municipalidad en la Urbanización.

Alternativa	%
Bueno	-----
Regular	6.4%
Malo	6.4%
No tiene conocimiento que existe el servicio.	87.2

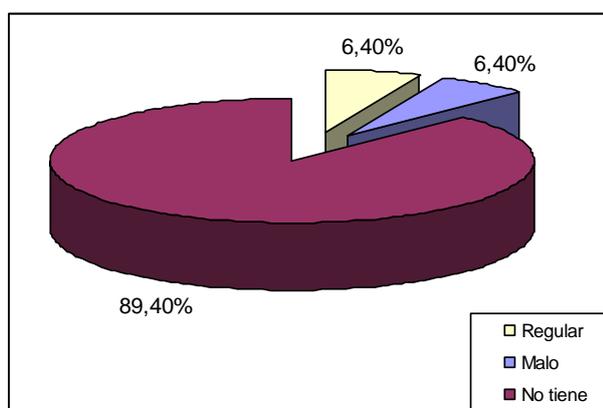


Gráfico N ° 09: Respuesta a la pregunta. N ° 1.5.5.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** El servicio de serenazgo en Cayaltí, se encuentra en proceso de implementación, por lo tanto el poblador común, desconoce este servicio, lo que se observa en las respuestas brindadas; el 87.2% de pobladores de la Urbanización no tiene conocimiento de este servicio.
- **Análisis general:** Los servicios que ofrece la Municipalidad son deficientes, lo cual se refleja en la encuesta y en el testimonio de los pobladores.
En el recojo de basura se utiliza un camión recolector (volquete), en forma ínter diaria, asimismo se puede observar que indistintamente la gente improvisa los lugares para arrojar basura, esto a su vez acarrea problemas de contaminación y proliferación de gérmenes en el medio ambiente, produciendo focos infecciosos que a la postre deviene en problemas de salud, sobre todo en la población mas vulnerable como son los niños. Es por esta razón, que un 54% manifiesta que este servicio es inadecuado y solamente el 46% lo considera adecuado.

El mantenimiento de los parques y jardines, prácticamente no existe, debido a la escasez de agua, este problema tiene ya bastante tiempo; y por versión de los pobladores, los parques fueron entregados con las áreas verdes totalmente sembradas y en buen estado, los pocos árboles de antaño que aún se encuentran en pie, son un testimonio de los mejores momentos que tuvieron los parques de esta agrupación de viviendas. En la actualidad, es notorio y preocupante el abandono en que se encuentran.

Sin embargo se hace evidente, que dentro del área de fachada o retiro municipal, los jardines están bien conservados y protegidos por cercos o rejas de mediana altura, esto lógicamente por la dedicación y cuidado de cada propietario.

El 85.1% de la población, manifiesta que el servicio es deficiente, contra un 14.9% que lo considera eficiente.

La dotación de agua se da a través de la red pública y es por una hora diaria, durante este lapso los pobladores aprovechan para llenar sus recipientes con el líquido elemento, que utilizarán durante el día; el alcantarillado a su vez está conectado al sistema o red matriz de la ciudad. Al respecto el 55.3% consideran que el servicio es malo, mientras que el 44.7% estiman que es regular.

Si bien es cierto que el servicio de alumbrado público es permanente, hace mucho tiempo no se han reemplazado las luminarias que se encuentran inservibles; se advierte en muchos sectores zonas oscuras con poca visibilidad, hecho que es aprovechado por delincuentes y personas de mal vivir. Básicamente por este motivo, el 63% de los pobladores manifiesta que el servicio es regular, el 10.6% lo atribuye como malo y solo el 25.60% como Bueno.

La seguridad es precaria, el servicio de serenazgo no está implementado, por lo que el 87.2% manifiesta que no existe, de alguna manera la policía, que muy pocas veces patrulla la ciudad, no se abastece; es así como el 6.4% considera el tema de seguridad como regular y el 6.4% malo. El servicio de vigilancia que se emplea es particular y solo se da en algunos sectores de la urbanización.

TEMA 2. Aspecto Social (Organización vecinal).

2.1. ¿La Urbanización cuenta con una Junta Directiva?

Tabla N ° 10.- Descripción porcentual de la apreciación sobre la existencia de una Junta Directiva en la Urbanización.

Alternativa.	%
SI	85.1%
NO	14.9

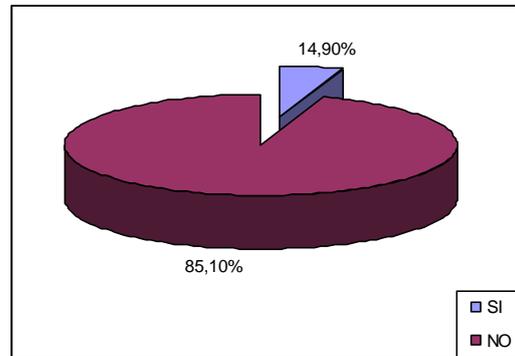


Grafico N ° 10: Respuesta a la pregunta N ° 2.1.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** En la actualidad existe una Junta Directiva, reconocida por el Municipio y según sus Estatutos debe renovarse cada dos años, al parecer y por el estado en que se encuentra la urbanización, se puede precisar que no han tenido mayor trascendencia ni influencia en las mejoras que necesita; por lo que el 14.9% de los pobladores desconoce la existencia de la misma, pero el 85.1% identifica a sus Directivos.

2.2. ¿Cuentan con un local institucional o Centro Comunal?

Tabla N ° 11: Descripción porcentual de la apreciación sobre la existencia de un local institucional o centro comunal de la Urbanización.

Alternativa.	%
SI	8.5%
NO	91.5%

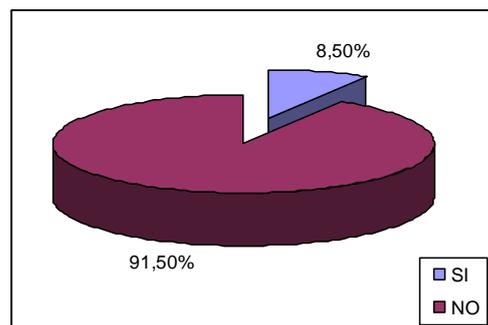


Grafico N ° 11: Respuesta a la pregunta N ° 2.2.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** Algunos pobladores (8.5%) manifiestan que si cuentan con un local institucional, mientras que el 91.5% reconocen que no tienen esa infraestructura en el sector. Para este fin, existe un área destinada para la

edificación del local comunal, el cual esta contemplado en el área de otros usos.

2.3. De la Participación de los Vecinos:

Tabla N ° 12: Descripción porcentual de la apreciación sobre la participación de los vecinos en las actividades comunales de la Urbanización.

Alternativa.	%
La mayoría de los vecinos participan y apoyan en las actividades	14.9%
Solo un grupo de vecinos participan y apoyan	51.5%
Casi no hay participación de los vecinos	25.6%

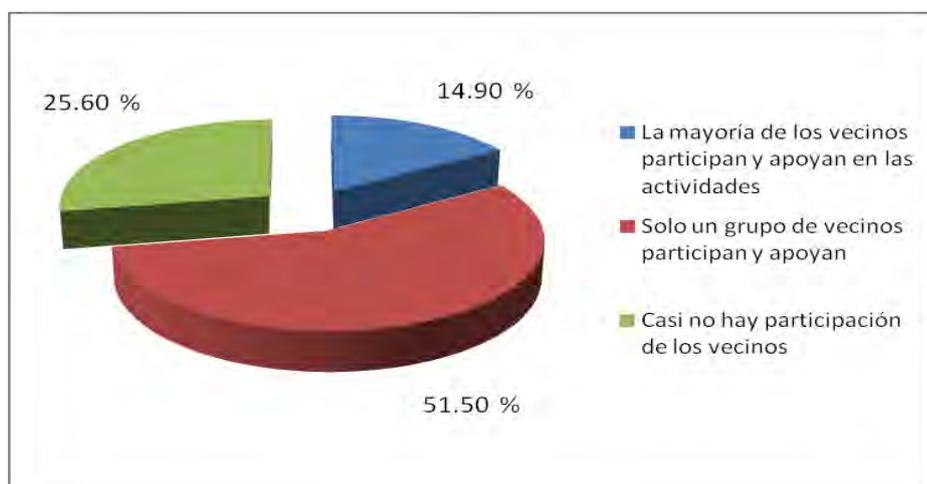


Gráfico N ° 12: Respuesta a la pregunta N ° 2.3.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** Sobre el nivel de participación vecinal, de las respuestas obtenidas, se observa que sólo un grupo de vecinos (51.1%) colabora y participan en las actividades en Pro del desarrollo y mejoras de la Urbanización, un 14.9% manifiesta que la mayoría de vecinos participan, mientras que el 25.6% se queja de la poca participación de los vecinos.

En esta acápite se deja constancia, que dentro de los aportes ofrecido por los autores del presente trabajo, el de contribuir al desarrollo de los anteproyectos de los parques de la Urbanización, se hizo efectiva durante el proceso y desarrollo de la evaluación.

TEMA 3. Comportamiento Funcional y Constructiva de la Vivienda.

3.1. ¿Es Ud. Propietario Original de la vivienda, Programa COBE -1976?

Tabla N ° 13: Descripción porcentual de propietario original de la vivienda en la Urbanización.

Alternativa.	%
SI	74.40%
NO	25.60%

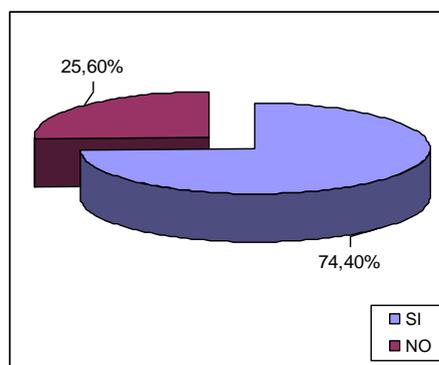


Gráfico N ° 13: Respuesta a la pregunta N ° 3.1.

Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** Al realizar la pregunta sobre el tema de la propiedad, un 74.40 % dijo que es propietario original, mientras que el 25.60% contestó que son nuevos propietarios o pagan alquiler por la vivienda que ocupan.

3.2. Adquisición de la vivienda.

Tabla N ° 14: Descripción porcentual de la apreciación sobre la adquisición de la vivienda.

Alternativa,	%
Programa COBE	2.22
Cooperativa	75.55
Terceros	15.55
No responden	6.66

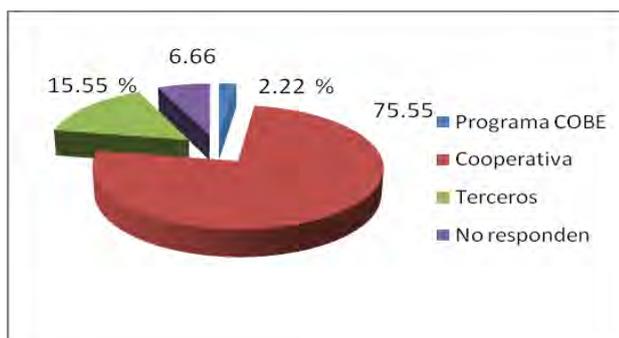


Gráfico N ° 14: Respuesta a la pregunta N ° 3.2

Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** Del cuadro y el gráfico se aprecia, que gran porcentaje (75.55%) de los propietarios, han adquirido sus viviendas de la Cooperativa, donde laboraban en diferentes actividades; así mismo se observa que un sector importante (15.55%), opinan que lo han adquirido de terceros.

3.3. Uso Actual de la Vivienda:

Tabla N ° 15: Descripción porcentual de la apreciación sobre el uso actual de la vivienda.

Alternativa.	%
Casa - Habitación	93.6%
Vivienda - Comercio	6.4%
Vivienda – Taller	----
Otro (señalar)	-----

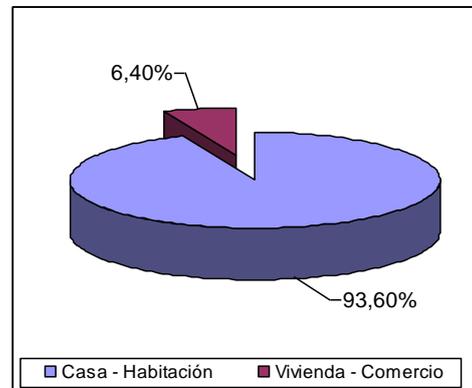


Gráfico N ° 15: Respuesta a la pregunta. N ° 3.3.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** En cuanto al tema del uso o destino de la vivienda, el 93.6% opinan que las viviendas se mantiene como casa-habitación; y un sector pequeño del 6.4%, consideran que la vivienda la comparten con actividad comercial, por lo general expendio de artículos de primera necesidad.

3.4. Con respecto al diseño o plano original de la vivienda. (1976).

3.4.1. El número de ambientes y las áreas correspondientes

Tabla N ° 16: Descripción porcentual de la apreciación del número de ambientes y las áreas de la vivienda.

Alternativa.	%
Adecuados en cantidad y suficientes en tamaño	55.3%
No adecuados en cantidad e insuficientes en tamaño	8.6%
Adecuados en cantidad pero insuficientes en tamaño	19.1%
No adecuados en cantidad pero suficientes en tamaño	17%

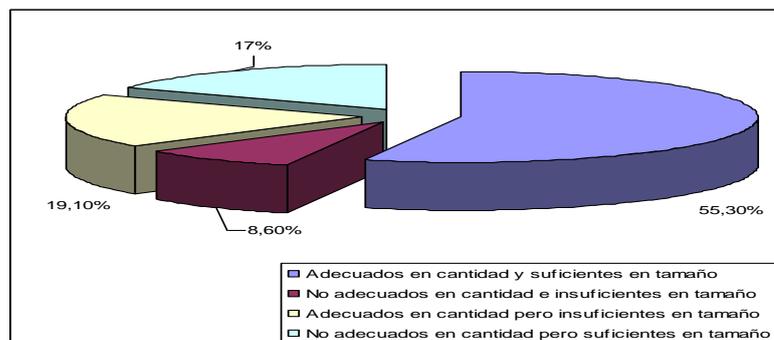


Gráfico N ° 16: Respuesta a la pregunta N ° 3.4.1
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** En temas de cantidad de ambientes y áreas internas de los mismos, se obtuvo que el 55.3% manifestó que los ambientes del proyecto original que recibieron, eran adecuados en cantidad y suficientes en tamaño. Contra un 8.6% que respondió lo contrario.

3.4.2.- ¿Qué ambiente le pareció reducido del plano original?

Tabla N °17: Descripción porcentual de la apreciación sobre los ambientes existentes en la vivienda del plano original.

Alternativa.	%
Cocina	47,83%
Baño	23,19%
Sala - Comedor	17,38%
Dormitorios	7,25%
Corral	2,90%
Patio Central	1,75%

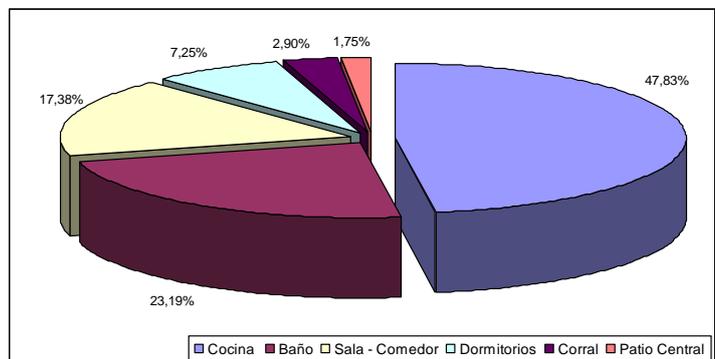


Gráfico N ° 17: Respuesta a la pregunta N ° 3.4.2
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** De la pregunta sobre el tamaño y proporción de los ambientes interiores correspondientes al proyecto original, un 47.83% manifestó que la cocina (6.00m² aproximadamente) les pareció reducida. Asimismo un 23.19% respondió que el Servicio Higiénico no tenía el espacio suficiente.

3.4.3. ¿Realizó alguna modificación /Ampliación / Refacción / Remodelación de su vivienda?

Tabla N ° 18: Descripción porcentual de la existencia de alguna modificación en la vivienda.

Alternativa.	%
SI	72,30%
NO	27,70%

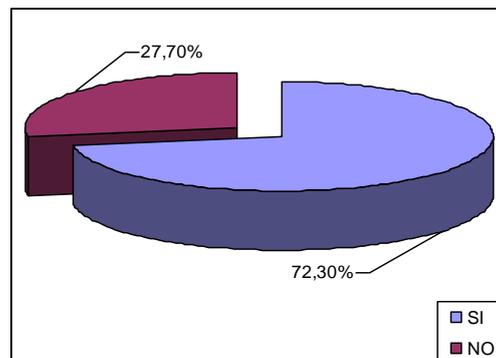


Gráfico N ° 18: Respuesta a la pregunta N ° 3.4.3
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** La modificación de la vivienda, ya sea ésta ampliación, refacción o remodelación, representa un porcentaje importante (72.30%), lo que es razonable y comprensible teniendo en consideración el tiempo transcurrido (35 años); por lo general la familia crece y la demanda de espacio y el deseo de mejorar o cambiar algunos materiales se hace evidente. Un pequeño porcentaje (27.70%) respondió negativamente.

3.4.4. Si realizó cambios en su vivienda, señale qué acciones realizó (ver lista) (puede marcar varios, dependiendo de las acciones realizadas)

- a) Cerramiento de vanos (cerrar o clausurar una puerta o ventana). ()
- b) Abertura de vanos, abrir o romper el muro para colocar puerta o ventana ()
- c) Ampliaciones de ambientes con material noble (ladrillo) ()
- d) Ampliaciones de ambientes con el mismo material (Adobe) ()
- e) Colocación de piso (cemento / loseta / cerámico / Otro Material) ()
- f) Enlucido de interiores (Yeso / Cemento / cerámico / Otro Material) ()
- g) Enlucido de Exteriores (Fachada) ()
- h) Construcción de cerco y reja en la frontera ()
- i) Pintado de muros interiores ()
- j) Pintado de fachada ()
- k) Colocación de cobertura en techos (calamina/Eternit / Otro) ()
- l) Reforzamiento de cimentación ()
- m) Demolición de parte o totalidad de la vivienda ()
- n) Cambio de puertas y ventanas ()
- o) Cambio de aparatos sanitarios ()
- Otros cambios ()

- **Análisis:** Dentro de las modificaciones, refacciones o mejoras más frecuentes, la protección de los techos con otros materiales representan el 92%; asimismo el tarrajeo o enlucido de muros interiores y exteriores, son del orden del 68% y 71 % respectivamente; pintado de fachadas, han efectuado esta actividad el 82%; cambio de puertas y ventanas 63%. Ver anexo de encuestas.

3.4.5. ¿Para realizar sus ampliaciones ocupó el área libre original?

Tabla N ° 19: Descripción porcentual de las ampliaciones realizadas en el área libre original.

Alternativa.	%
SI	55,30%
NO	44,70%

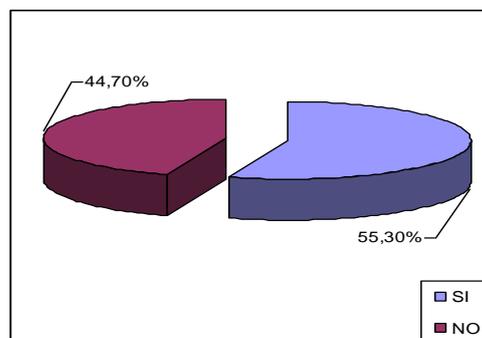


Grafico N ° 19: Respuesta a la pregunta N ° 3.4.5
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** Al respecto y ciñéndonos estrictamente a la encuesta, el 55.30% manifestó que sí ocuparon el área libre, ya sea del patio interior, el pasadizo de acceso lateral o el corral ubicado en la parte posterior de la vivienda. El 44.70% restante respondió negativamente. En este sentido hay que admitir que este dato era posible de confirmar inspeccionando cada una de las viviendas hecho que se presentó complicado por la negativa de un sector de los encuestados.

3.4.6. ¿Del 100% del área de su terreno (160.00 m²), diga en porcentaje aproximadamente, el área libre que le queda?

Tabla N ° 20: Descripción porcentual del área libre, que queda sin techar en la vivienda.

Alternativa.	% de área libre que queda	Número de encuestados	%
Techo en patio	80	26	57.78
Techo en patio y corredor	55	6	13.33
Techo en patio, corredor y parte de corral	40	5	11.11
Techo en patio y parte de corral	65	6	13.33
Sin modificación.	100	2	4.44
Total		45	100.00

Grafico N ° 20: Respuesta a la pregunta N ° 3.4.6
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** Al respecto, se tuvo que recurrir a las imágenes satelitales del Google Earth para contrastar la veracidad de las respuestas de los encuestados, allí se puede observar que efectivamente los moradores han techado las áreas libres, siendo el mas común el techado del patio central (57.78%), el 13.33% ha techado el patio más el corredor de servicio, un 11.11% ha cubierto o ampliado el patio, corredor y parte del corral; algunos solamente ocuparon y techaron el patio central y el corral dejando el corredor libre, y solamente un pequeño porcentaje 4.44%, no han efectuado ninguna modificación, conservando a la vivienda tal cual se la entregaron en el año 1976.

3.5. ¿De los materiales originales de su Vivienda, señale cómo fue el comportamiento de los mismos, frente a los fenómenos naturales, que se dieron durante todo este tiempo hasta la actualidad?

ADOBE (Muros)

Tabla N ° 21: Descripción porcentual de la apreciación del comportamiento del material adobe frente a los fenómenos naturales.

Alternativa.	%
Bueno	74,50%
Regular	25,50%
Malo	-----

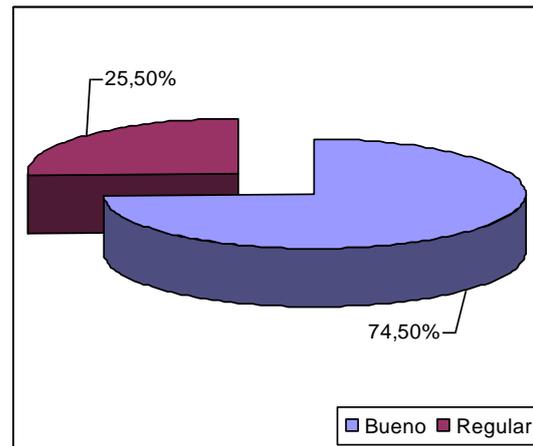


Gráfico N ° 20: Respuesta a la pregunta N ° 3.5
 Fuente: Elaboración propia.

TORTA DE BARRO (Techo)

Tabla N ° 22: Descripción porcentual de la apreciación del comportamiento de la torta de barro frente a los fenómenos naturales.

Alternativa.	%
Bueno	14,90%
Regular	19,10%
Malo	66,00%

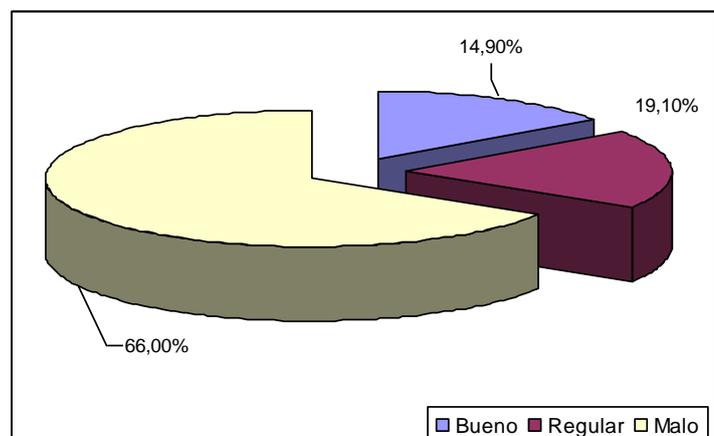


Gráfico N ° 21: Respuesta a la pregunta. N ° 3.5
 Fuente: Elaboración propia

CAÑA / ESTERA (Techo).

Tabla N ° 23: Descripción porcentual de la apreciación del comportamiento de la caña /estera, frente a los fenómenos naturales.

Alternativa.	%
Bueno	17,00%
Regular	27,70%
Malo	55,30%

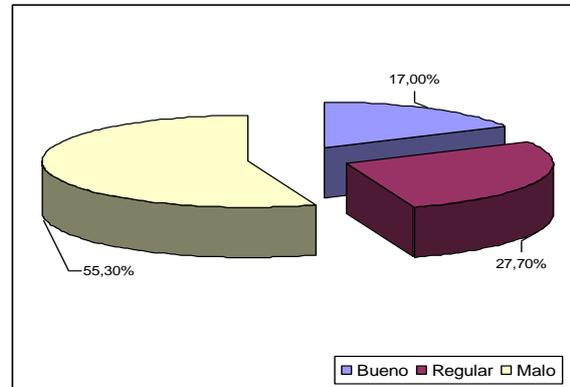


Gráfico N ° 22: Respuesta a la pregunta. N ° 3.5.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** Con respecto a la torta de barro en el techo, conjuntamente con la caña y estera, la mayoría de los encuestados, 66.0% y 55.30% respectivamente, manifiesta que no soportaron las precipitaciones pluviales, fenómeno de “El Niño” del año 1983 y 1998.

MADERA (Vigas).

Tabla N ° 24: Descripción porcentual de la apreciación del comportamiento de la madera de las vigas frente a los fenómenos naturales.

Alternativa.	%
Bueno	32,00%
Regular	46,80%
Malo	21,20%

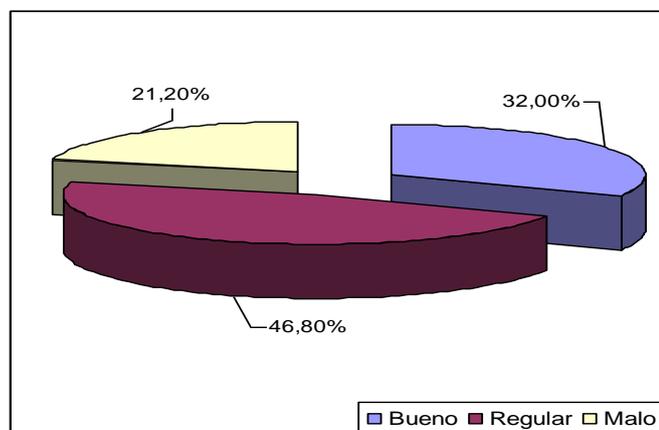


Gráfico N ° 23: Respuesta a la pregunta N ° 3.5.
Fuente: Elaboración propia.

MADERA (Puertas y ventanas).

Tabla N ° 25: Descripción porcentual, de la apreciación del comportamiento de la madera, en puertas y ventanas, frente a los fenómenos naturales.

Alternativa.	%
Bueno	19,00%
Regular	32,00%
Malo	49,00%

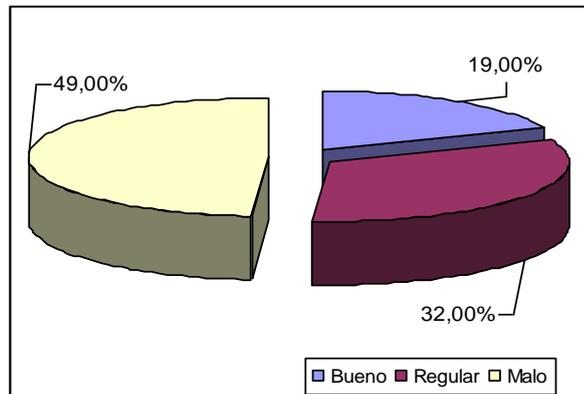


Gráfico N ° 24: Respuesta a la pregunta N ° 3.5.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** La Madera, que se utilizó en las vigas, obtiene un resultado bueno 32%, regular 46.80% y malo 21.20%; en lo que concierne a la madera de puertas y ventanas, califican como malo en un 49%; sólo el 19% de entrevistados opinaron como Bueno, el 32% calificaron como regular.
- **Análisis General de materiales.** Dentro de la consulta que se realizó acerca del comportamiento de los materiales, el 74.50% manifestó que el muro de adobe estabilizado tubo buena resistencia ante los embates de los fenómenos de “El Niño”(impermeabilidad), así mismo se indicó que la composición del mismo no permitió la proliferación de insectos ni animales que suelen anidar en el adobe común.

En cuanto a la torta de barro, caña y estera componentes de los techos; expresan que por su poca duración y deterioro no fueron los mas aparentes, y los consideran de mala calidad (66%) y (55.35%) respectivamente.

El concreto presente en los cimientos y sobrecimientos tuvieron un buen comportamiento ya que durante los periodos de lluvias y ocurrencias de inundaciones en el fenómeno de “El Niño”, protegieron a los muros de la humedad.

Las vigas para soportar los techos, es de madera tipo tornillo, que obtiene un resultado de aceptabilidad del 32%, con 46.80% regular y malo en un 21.20%.

Esto básicamente por que al deteriorarse el recubrimiento de torta de barro, permitió que el agua filtre y afecte a la madera.

En cuanto a la madera en puertas y ventanas también de tornillo, los resultados de aceptación como buen material fue de 19%, de regular 32% y malo con 49%. Ante este resultado es lógico admitir que la exposición que tienen estos elementos, el tiempo transcurrido y muchas veces por la inseguridad que manifiestan es más susceptible al cambio y reposición en las viviendas.

3.6. ¿Dentro de las principales fallas de los materiales que ha tenido la vivienda, señale: ¿cuál de ellas se han presentado durante la vida útil?

Tabla N ° 26: Descripción porcentual de la apreciación de las principales fallas de los materiales que ha tenido la vivienda.

Alternativa.	%
Permeabilidad de los techos (filtración de lluvia).	80
Erosión de muros por el salitre.	5
Deterioro de la madera en los techos (vigas).	10
Deterioro de la torta de barro, estera y caña de los techos	80
Asentamiento de muros por humedad	
Deterioro de puertas y ventanas de madera.	40
Deterioro de muros por lluvias	6
Filtraciones por falla en las instalaciones de agua y alcantarillado	5
Fallas en las instalaciones eléctricas	10

- **Análisis:** Al respecto, esta pregunta buscaba establecer un rango en prioridad sobre los problemas más comunes que tuvo la vivienda en el tiempo transcurrido; es así que el 80% de los encuestados manifiesta como problema más álgido, el deterioro de la torta de barro, esteras y caña de los techos, como consecuencia de las lluvias del fenómeno de “EL Niño” de los años 1983 y 1998. Así mismo, por las precipitaciones pluviales mencionadas, las vigas también fueron afectadas, según la opinión de los encuestados, en un 10%. Asimismo, los encuestados afirman (40%), que la carpintería de madera se deterioró por el paso del tiempo, obligando a realizar cambios en puertas y ventanas, En cuanto a presencia de sales en los muros, un 5% expreso que los

muros habían sido erosionados por efecto de las sales. También indican que se presentaron fallas en las instalaciones sanitarias y eléctricas.

3.7. Siendo el material básico de la vivienda el Adobe estabilizado con asfalto, puede usted calificar su durabilidad y resistencia como:

Tabla N ° 27: Descripción porcentual de la apreciación sobre el adobe estabilizado con asfalto, empleado en la construcción de la vivienda.

Alternativa.	%
Muy buena durabilidad y resistencia	51.10%
Buena durabilidad y resistencia	27.70%
Aceptable durabilidad y resistencia	19.10%
Mala durabilidad y resistencia	2.10%

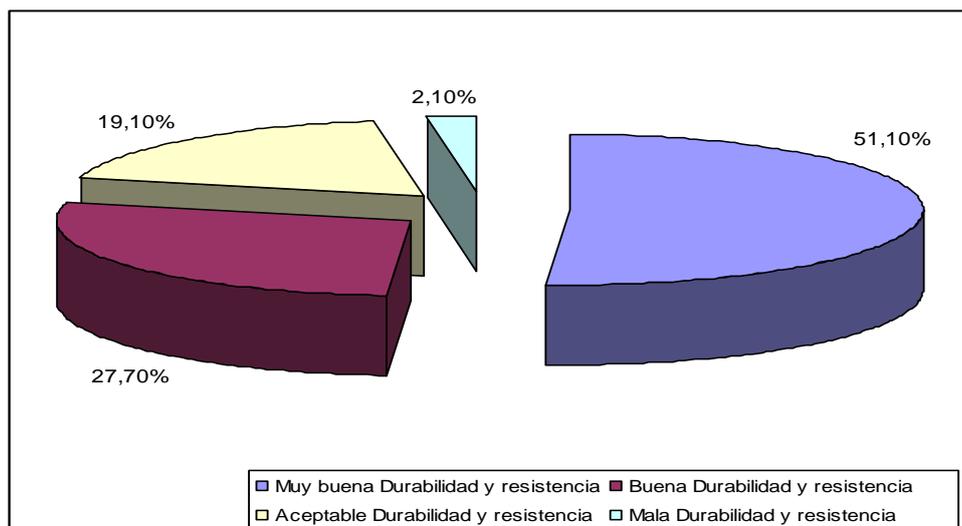


Gráfico N ° 25: Respuesta a la pregunta N ° 3.7.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** La calificación sobre durabilidad del adobe tiene una aceptación del 97.90%, esto debido a las respuestas que en suma responden a la Muy buena (51.10%), Buena (27.70%) y Aceptable (19.10%), durabilidad expresada en los resultados. Tan solo el 2.10% manifiesta que este material es de mala durabilidad y resistencia. Al respecto, “in situ”, se puede observar, que los muros de las viviendas, se mantienen firmes a pesar del tiempo transcurrido.

El comportamiento de los muros sobre todo en la época de lluvias e inundaciones de los fenómenos de “El niño”, en los años 1983 y 1998, informan los usuarios, excelente comportamiento frente a la humedad.

3.8. Respecto al comportamiento y adecuación al clima que tiene su vivienda:

Tabla N ° 28: Descripción porcentual de la apreciación, sobre el comportamiento y adecuación al clima que tiene la vivienda.

Alternativa.	%
Es confortable	44,70%
Medianamente confortable	55,30%
No confortable	-----

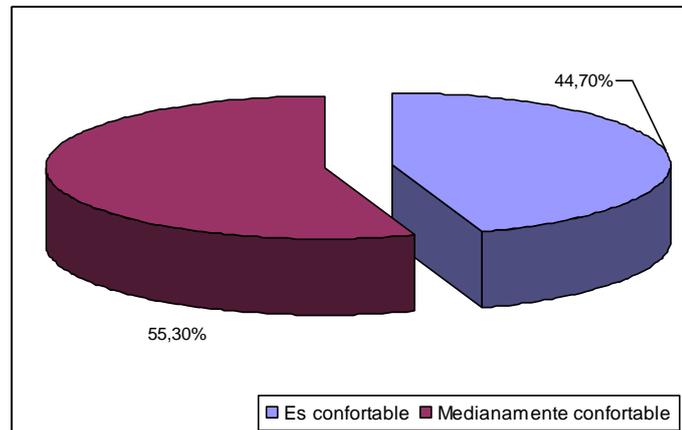


Grafico N ° 26: Respuesta a la pregunta N ° 3.8.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** Respecto al comportamiento y adecuación al clima opinaron como confortable 44.70% y medianamente confortable 55.30%, es decir, que la totalidad de los encuestados, expresan que su vivienda es confortable.

Es precisar mencionar, que el uso del asfalto como estabilizador, según los estudios efectuados, reduce la acción de la humedad en las paredes y pisos; generando un enorme impacto en las condiciones sanitarias de la edificación.

También el uso del asfalto, es una condición desfavorable para insectos, parásitos, microbios, etc.

3.9. ¿El nivel de aceptación que le daría a su vivienda sería?:

Tabla N° 29: Descripción porcentual de la aceptación que le da el usuario a la vivienda.

Alternativa.	%
Muy buena	4,30%
Buena	49,00%
Aceptable	29,70%
Regular	14,90%
Mala	2,10%

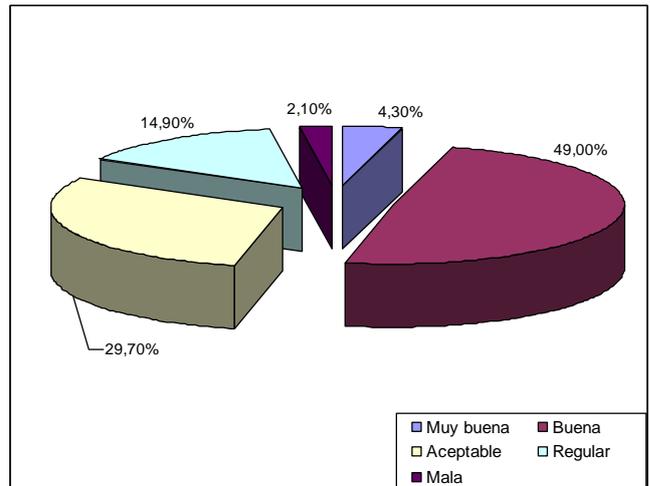


Gráfico N° 27: Respuesta a la pregunta N° 3.9.
Fuente: Elaboración propia.

- Análisis: El nivel de aceptación de la vivienda va desde muy buena, buena y aceptable con porcentajes parciales de 4.30%, 49.00%, 29.70% respectivamente, haciendo una suma porcentual de 83.00% lo cual determina un alto grado de aceptación de estas viviendas.

3.10. ¿Cree Ud. que un programa similar pueda darse en su Distrito, para atender las necesidades de vivienda?

Tabla N° 30: Descripción porcentual de la apreciación sobre el desarrollo de un programa similar de vivienda en otra jurisdicción.

Alternativa.	%
SI	83,00%
NO	17,00%

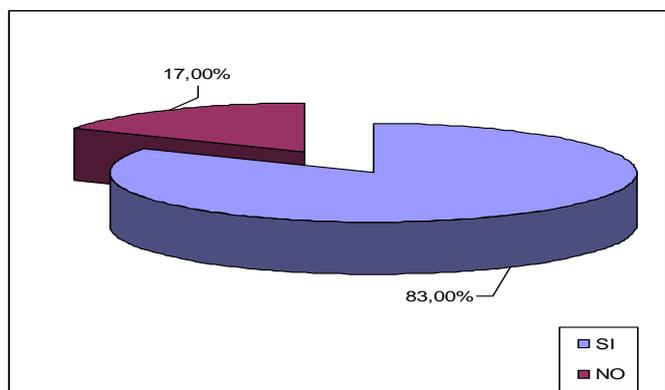


Gráfico N° 28: Respuesta a la pregunta N° 3.10.
Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis:** La mayoría de entrevistados manifestaron que están de acuerdo de replicar este programa en su jurisdicción, por las cualidades que tiene el bloque estabilizado, especialmente dado por la impermeabilidad, consistencia y confort de este material.

De acuerdo a las respuestas obtenidas de parte de los usuarios, en el Tema 3, se podría calificar el Proyecto, como de: **Buen Resultado,**

De igual manera, de acuerdo a las respuestas en porcentaje de aceptación de los materiales utilizados en la construcción de las viviendas y su comportamiento en los años que viene prestando servicio, el Proyecto amerita el calificativo de: **BUENO.**

5.3.6. Identificación de fallas en las viviendas / Descripción.

A continuación se enumeran y analizan las principales dificultades que han presentado las viviendas construidas con adobe estabilizado, a lo largo de 35 años de servicio.

- Filtración de Agua por el techo. (las precipitaciones pluviales intensas generaron filtración en los techos)
- Vigas de techos afectadas por lluvia.
- Huellas de discurrimento de agua en muros. (Filtración de techos, genera huellas mínimas de chorreo de agua en muros de adobes estabilizados).
- Envejecimiento de puertas y ventanas de madera. (Envejecimiento de puertas y ventanas por paso del tiempo).
- Filtraciones en las instalaciones de agua y Desagüe.

Algunos sobrecimientos afectados por presencia de salitre. (Humedad de lluvia, genera actividad de sales y afecta sobrecimientos).

1.- Filtración de Agua por los techos.

Debido a las intensas lluvias que se presentó, fenómenos de “El Niño”, en el año 1983 y 1998; la torta de barro de la mayoría de los techos se deterioró, originando filtraciones o “chorreo” del agua de lluvia por los techos de las viviendas; esto sucede, sobre todo en el techo de aquellas viviendas que utilizaron esteras sobre las cañas, las cuales estaban colocadas cada 10 cm. de separación.

Este defecto se presenta mayormente en el remate final del techo a dos aguas ($s= 17\%$ aprox.), en el límite donde el agua escurre, entre la torta de barro y la gotera de madera, que está en la parte inferior del techo.

Lógicamente, con las filtraciones, fueron afectados con mayor incidencia: las esteras, las cañas y cielo raso a base de yeso.

A continuación, en la vista fotográfica, se muestra la estructura del techo del 75% de las viviendas construidas con bloques estabilizados en Cayaltí, observándose las vigas, cañas colocados unos a continuación de otras, que fuera modificado y aprobado en obra, por que en la zona abundaba la caña y el carrizo.



Vista fotográfica N ° 10: Estructura del techo de las primeras viviendas construidas en Cayaltí.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.

En la siguiente vista, se muestra el diseño original del techo de las viviendas, que especificaba, sobre la viga de madera caña brava a 10 cm de separación, encima de las caña, estera de carrizo y luego la torta de barro. El diseño del techo que se indica, está contenido en los planos del Proyecto original, de construcción de las viviendas con bloques estabilizados en



Vista fotográfica N ° 11: Estructura techo, proyecto original, de viviendas construidas en Cayaltí Fuente: Archivo fotográfico de los autores

Cayalti. Ver anexo E, Plano E 03.

Por la filtración o chorreo presentado en los techos, la mayoría de los usuarios los han protegido, colocando sobre los mismos, planchas de asbesto cemento (Eternit) y calamina.

Frente a esta situación, surge la interrogan: ¿Cuánto cuesta la reposición del techo de barro?

Antes de determinar el costo de reposición de la torta de barro del techo; se analiza el costo de la vivienda construida con adobe estabilizado en Cayalti, Programa COBE.

En la investigación realizada en la Universidad Nacional Pedro Ruiz gallo, Facultad de Ingeniería Civil, se precisa el costo de la vivienda, presupuesto primera alternativa, pagina N ° 88 al 90. (24)

En el estudio antes mencionado, se especifica que el costo de la vivienda, construida con bloques estabilizados, en aquel entonces, asciende a:

**CUATROCIENTOS DIECIOCHO MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y UNO Y
89/100 SOLES (S/. 418,941.89).**

En moneda extranjera, Enero de 1,977, cambio del día, fuente: Superintendencia de Banca y Seguro y Banco Central de Reserva: S/.71.05/ Dólar. (2)

Costo de vivienda en dólares: (S/. 418,941.89)/ (S/. 71.05/Dólar) = \$ 5,896.44

**CINCO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SEIS Y 44/100 DOLARES
AMERICANOS. (\$ 5,896.44)**

Costo de reposición del techo de torta de barro. (24)

Tomando como referencia la Tesis de Grado de la UNPRG, Facultad de Ingeniería Civil, líneas arriba indicada, se hace una evaluación económica del costo de reposición del techo de aquel entonces:

“La cobertura de este tipo de vivienda se ha realizado en base a la torta de barro de 4 cm de espesor y con suelo estabilizado con asfalto. Los materiales que integran esta cobertura se ha dividido en dos partes:

a) Cubertura propiamente dicha.

b) Elementos de apoyo para la cobertura.

a) Costo de cobertura por metro cuadrado de techo de 0.04m de espesor (5% desperdicio).

Elementos	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Suelo seco	0.042 m ³	S/. 481.83	S/. 20.24
Asfalto	0.001875 m ³	3,175.00	5.95
Agua	0.003625 m ³	7.00	0.025
Bagacillo fino	0.025 m ³	80.00	2.00
Total			S/. 28.22

SON: VEINTIOCHO Y 22/100 SOLES POR METRO CUADRADO

(S/. 28.22/m²)

b).- Elementos de apoyo para la cobertura

Costo de elementos de apoyo por metro cuadrado de techo.

Resumen de costo de elementos de apoyo del techo.

Elementos	Cantidad	P. Unitario(S/.)	C. Total
Madera	10.61 pie ²	40.00	424.40
Caña Brava	Caña brava, habilitación, colocación y clavos.	61.36	61.36
Esteras de carrizo	1 m ² de estera.	25.00	25.00
Mezclado mecánico	Barro para 1 m ²	7.02	19.52
Vaciado de mezcla	Vaciado de 1 m ²	10.00	10.00
Acabado de barro	Acabado de 1 m ²	5.56	5.56
Total			S/.545.84

SON: QUINIENTOS CUARENTA Y CINCO Y 84/100 SOLES

(S/.545.84/m²)

Costo: cobertura de techo, más elementos de apoyo: S/. 28.22 + S/. 545.84 = S/. 574.06/ m²

En moneda extranjera: Cambio del día en 1,977; S/. 71.05/ Dólar.

(S/. 574.06) / (S/. 71.05/ Dólar) = \$ 8.08 Dólares/ m²

SON: OCHO Y 08/100 DOLARES/ m²

Este es el costo de metro cuadrado de techo, en el momento de la construcción de las viviendas, es decir, en el año 1,977.

El análisis de costos unitarios de esta parte en el anexo.

Costo actual de techo

a) Cubertura propiamente dicha

La reparación o reposición en la actualidad, metro cuadrado de techo (torta de barro estabilizado), tendría la siguiente estructura de costos:

Costo de cubertura por metro cuadrado de techo de 0.04m de espesor (5% desperdicio).

Elementos	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Suelo seco	0.042 m ³	S/. 30.00	S/. 1.38
Asfalto	1.34 Kg.	2.30	3.38
Agua	0.010625 m ³	2.79	0.03
Bagacillo fino	0.027 m ³	30.00	0.78
Total			S/. 5.57

Costo de la cubertura a base de torta de barro: S/. 5.57 / m²

b). Elementos de apoyo para la cubertura

Elementos	Cantidad	P. Unitario(S/.)	C. Total
Madera	10.61 pie ²	4.80	50.93
Caña Brava	Caña brava, habilitación, Colocación y clavos /m ²	30.55	30.55
Mezclado manual	Barro para 1 m ²	1.46	1.46
Vaciado de mezcla	Vaciado de 1 m ²	1.94	1.94
Acabado de torta de barro	Acabado de 1 m ²	1.02	1.02
Total			S/.85.90

Costo final: Costo de la cubertura: S/. 5.57/m²

Costo de los elementos de poyo: S/. 85.90/m²

S/. 91.47/m²

SON: NOVENTA Y UNO Y 47/100 NUEVOS SOLES

En moneda extranjera:

Cambio del día: S/. 2,60/ Dólar

S/. 91.47/ S/. 2.60/Dólar = \$35.18/ metro cuadrado

SON: TREINTA Y CINCOY 18/100 DOLARES AMERICANOS.

Como conclusión se obtiene, que el techo construido en el año 1976, tuvo el costo de \$ 8.08 por m², y actualmente tendría el costo de: \$ 35.03/ m².

2.-Vigas de techos de madera afectadas por lluvia.

Las vigas de madera (2"x 5"), elemento de soporte principal del techo, es afectado por la humedad, como consecuencia de la filtración de la cobertura, que podría generar el ataque de hongos y otros agentes que contaminan y debilitan la madera. En el caso de Cayaltí, las vigas de madera, se mantienen en estado regular, el escurrimiento de agua de lluvia por el techo, ha generado humedecimiento en algunas partes, afectando externamente y de poca consideración. En la siguiente vista fotográfica se observa las vigas de la vivienda.



Vista Fotográfica N ° 12: Se muestra las vigas de madera de la vivienda.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.

3.- Huellas de discurrimento de agua en muros interiores. (Filtración por techos, genera huellas de discurrimento de agua en muros interiores de adobes estabilizados).

Los muros de adobe estabilizado, son los elementos que mejor performance han tenido ante la acción de las lluvias de años anteriores, por lo tanto la filtración por techo, sólo ha dejado huellas en los muros, que han sido superado por los propietarios mediante una

limpieza y aplicación de pintura. Algunos usuarios han enlucidos los muros y luego han aplicado pintura.

El área de muros enlucidos, medrado según los planos: 212.78 m²

Costo del enlucido: 212.78 m² X S/. 20.00/m² = S/. 4255.60

Aplicación de pintura: 212.78 m² X S/. 3.20/m² = S/. 680.90

(Costos unitarios de la zona)

Los usuarios que han enlucido y pintado, han invertido: S/. 4,936.50

Los usuarios que sólo han pintado, han invertido: S/. 680.90

Algunos usuarios no han invertido, sólo han practicado limpieza en los muros.

En pocos muros exteriores se nota la presencia del salitre, muros que no han tenido el debido mantenimiento.

4. Envejecimiento de puertas y ventanas de madera. (Envejecimiento de puertas y ventanas por tiempo transcurrido).

La madera utilizada en las puertas y ventanas luego de transcurridos 35 años lógicamente se encuentra deteriorada o envejecida, habiendo cumplido como material, su ciclo de vida útil. Por esta razón se observa, que han sido remplazada por otro material: estructura metálica.



Vista fotográfica N ° 13: Se observa el cambio de puertas y ventanas, madera por fierro.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.

El costo de las puertas y ventanas, en el momento de la construcción de las viviendas, era de: S/. 1000.00 /m² (24), que han sido cambiadas por material metálico, cuyo valor oscila entre: S/. 100 y S/.120.00/m².

5. Filtraciones en las instalaciones de agua y Desagüe.

Las instalaciones de agua en algunas viviendas han presentado filtraciones, que ha obligado cambio de tubería y accesorios; así mismo enlucido de los muros de la ducha, se ha renovado el piso y se ha cambiado los aparatos sanitarios. A continuación los trabajos realizados con costos actualizados a 2011.

Tres puntos de agua:	S/. 180.00
Dos puntos de desagüe:	120.00
Enlucido de muros:	340.00
Piso de SS. HH.:	121.50
W.C. blanco colocado:	150.00
Lavatorio blanco colocado:	<u>100.00</u>
Total: S/.1,011.50	

6. Sobrecimientos afectados por presencia de salitre. (Humedad de lluvia, ha activado las sales, que se observa en sobrecimientos de algunas viviendas).

La presencia del salitre no es muy notorio, se observa, aproximadamente en 15% de las viviendas, que por lo general tienen jardín en la parte frontal, de ahí que la humedad producto del riego permanente activa sales que afecta los sobrecimientos. En la siguiente vista fotográfica, se aprecia que el sobrecimiento de la vivienda, ha sido, afectado por el salitre, por la presencia de humedad en las inmediaciones de la casa habitación.



Vista fotográfica N° 14: Se observa que el sobrecimientos ha sido afectado por salitre.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.

7.- Deterioro de cielo raso de yeso.

Al producirse la filtración en los techos, el elemento que ha sido afectado y ha sufrido desprendimiento de la caña es el cielo raso de yeso, que ha sido repuesto por los usuarios, cuya inversión asciende:

$$73.38 \text{ m}^2 \times S / .20.00 / \text{m}^2 = S / .1,467.60.$$

Área de cielo raso repuesto, medrado según los planos: 73.38 m²

Costo unitario: costo de la zona actualizado a 2012.

5.3.7. Ensayos de Laboratorio/ Interpretación de resultados.

En el presente estudio se programó practicar cuatro ensayos de Laboratorio:

- a) Resistencia a la compresión simple de adobes estabilizados, utilizados en la construcción de viviendas en 1976 en Cayaltí.
- b) Resistencia a la compresión simple de adobe común, utilizado en la construcción en Cayaltí
- c) Ensayo de absorción de Bloque estabilizado con asfalto.
- d) Ensayo de absorción de adobe común.
- a) Resistencia a compresión simple de adobe estabilizado, utilizado en el Programa Piloto de Cayaltí.

Con el deseo de conocer el esfuerzo de compresión simple, de los adobes estabilizados, que se usaron en la construcción de las cien viviendas (1976), se busca obtener muestras o especímenes de las mismas construcciones, para lo cual se ubica una viviendas que estaba en remodelación de un ambiente, y de esta construcción, se obtiene muestras de diferentes dimensiones, para ser ensayados en el laboratorio de Ensayo de Materiales, de la Facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y Arquitectura (FICSA), de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

El objetivo del ensayo, es conocer el esfuerzo de compresión simple, que tiene el adobe estabilizado, que se emplearon en la construcción de los muros de las viviendas en Cayaltí, y cuyos resultados comparar, con lo especificado en la Norma E-080 Adobe, y establecer el rango en que se encuentra, los bloques estabilizados.

A continuación, el proceso del ensayo, mediante vistas fotográficas; en la primera se observa, las muestras en el laboratorio, antes de ser sometidas a ensayo de compresión simple



Vista fotográfica N° 15: Muestras de adobe estabilizado, para ensayo de compresión.
Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FICSA UNPRG.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.



Vista fotográfica N 16: Adobe estabilizado, en proceso de compresión simple.
Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FICSA UNPRG.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores.

Resultado de ensayo a compresión simple de adobes estabilizados, del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería civil, de Sistema y arquitectura (FICSA), de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE ADOBE

Proyección Social
Oficio N° 680-2012-FICSA-D

EMPRESA O PROFESIONAL SOLICITANTE: ING. PEDRO BERNILLA CARLOS, ARQ. JOSÉ LÓPEZ GÁLVEZ
PERSONA QUE ENTREGO LOS ESPECIMENES AL LABORATORIO: ---
OBRA DE LA QUE SE DECLARO PROCEDER LOS ESPECIMENES :
EVALUACIÓN FUNCIONAL Y CONSTRUCTIVA DE VIVIENDAS CON ADOBE ESTABILIZADO EN CAYALTÍ - PROGRAMA COBE - 1976
UBICACIÓN DE LA OBRA : DISTRITO: CAYALTÍ - PROVINCIA: CHICLAYO - REGION: LAMBAYEQUE
TECNICO OPERADOR RESPONSABLE : SR. JORGE ANTONIO SANTAMARIA INOÑAN

N° DE ORDEN Y MARCA DEL ADOBE	FECHA DE FABR.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL ADOBE EN DIAS	CARGA DE ROTURA EN Kg/f	RESIST A LA COMPRESION Kg/cm²
1.- ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	---	04/06/2012	---	30,750	21
2.- ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	---	04/06/2012	---	17,250	20
3.- ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	---	04/06/2012	---	15,750	22
4.- ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	---	04/06/2012	---	9,250	21

CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

	M1	M2	M3	M4
LARGO :	38.3 cm	38.0 cm	38.3 cm	27.5 cm
ANCHO :	38.0 cm	23.0 cm	18.5 cm	16.0 cm
ALTO :	8.0 cm	8.3 cm	8.0 cm	8.3 cm
AREA BRUTA PROMEDIO:	1455.40 cm²	874.00 cm²	708.55 cm²	440.00 cm²

NOTAS:

Presenció el ensayo: Ing. Pedro Bernilla Carlos, Arq. José López Gálvez
El Laboratorio no ha intervenido en la toma de las Muestras de adobe, ni en la preparación de los mismos; sólo se ha limitado a ensayarlos a la compresión, por tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dichos adobes.
Los datos de la Obra de procedencia de los adobes y del solicitante fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó los especímenes, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos.
La prensa de ensayo de compresión axial cuenta con certificado de calibración vigente, según ASTM E4/NTC-ISO 7500-1
Este Informe consta de una página en total y está prohibida su reproducción parcial sin autorización del laboratorio.

Lambayeque, junio 4 del 2012

SR. JORGE ANTONIO SANTAMARIA INOÑAN
TECNICO - LEM - FICSA



ING. RICARDO ANTONIO SOSA SANDOVAL
JEFE - LEM - FICSA
REG. CIP. N° 45581



RASS/JASI/amsm.

PABELLÓN FICSA - CIUDAD UNIVERSITARIA
Calle Junn XXIII N° 391
LAMBAYEQUE - PERÚ

E-mail: lem_ficsa@yahoo.com

Del cuadro de resultados, informe de laboratorio, se puede observar, que las cuatro muestras ensayadas a compresión simple, dan como resultado promedio: $(84\text{Kg./cm}^2)/4 = 21 \text{ Kg./cm}^2$

N° DE ORDEN Y MARCA DEL ADOBE	FECHA DE FABR.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL ADOBE EN DIAS	CARGA DE ROTURA EN Kg/f	RESIST A LA COMPRESION Kg/cm ²
1.- ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	---	04/06/2012	---	30,750	21
2.- ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	---	04/06/2012	---	17,250	20
3.- ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	---	04/06/2012	---	15,750	22
4.- ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	---	04/06/2012	---	9,250	21

Los bloques estabilizados con 2% de asfalto RC-250, del peso del bloque, a los 30 días de secado, al ser sometidos a la compresión simple, mostraron, en promedio: $\sigma_c = 22.32 \text{ Kg./cm}^2$, en el momento de la construcción. (3) (6)

La Norma E-080 Adobe, en el artículo 8, Esfuerzos admisibles, precisa que para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos:

* Resistencia a la compresión de la unidad: $f_o = 12 \text{ Kg./cm}^2$

Entonces, los resultados obtenidos, se encuentran por encima del mínimo especificado por la norma del adobe; así mismo se observa que los resultados indican que los adobes estabilizados con asfalto, tienen mayor cohesión, por lo tanto mayor esfuerzo a la compresión.

b) Resistencia a compresión simple de adobe común, muestra Distrito de Cayaltí.

Con el deseo de conocer el esfuerzo de compresión simple, del adobe común que gran porcentaje de la población utiliza, se busca muestras de adobe común, cerca de las construcciones de viviendas con adobe estabilizado, para ser ensayados en el laboratorio de Ensayo de materiales, de la Facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y Arquitectura (FICSA), de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

El objetivo del ensayo, es conocer el esfuerzo de compresión simple, que tendría el adobe común, que emplean gran porcentaje de la población de menores recursos económicos; en Cayaltí, en la zona urbana y rural utilizan adobe preparados por ellos mismos, a veces sin ninguna orientación técnica, de la calidad de tierra que deben de emplear, para que el producto obtenido tenga apreciable comportamiento ante los fenómenos naturales; y comparar el resultado obtenido, con lo especificado en la Norma E-080 Adobe, indicando si se encuentra dentro del valor el mínimo especificado.



Vista fotográfica N° 17: Muestra Adobe común, para ensayar a compresión simple.
Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FICSA UNPRG.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores



Vista fotográfica N° 18: Muestra Adobe común, después de ensayo a compresión simple. Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FICSA UNPRG.
Fuente: Archivo fotográfico de los autores

Resultado de ensayo a compresión simple de adobe común, laboratorio de la FICSA, se muestra a continuación:

Del cuadro de resultados, informe de laboratorio, se puede observar, que las cuatro muestras, de adobe común, ensayadas a compresión simple, dan como resultado promedio:

$$(70 \text{ Kg./cm}^2)/4= 17.50 \text{ Kg./cm}^2$$

N° DE ORDEN Y MARCA DEL ADOBE	FECHA DE FABR.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL ADOBE EN DIAS	CARGA DE ROTURA EN Kg/f	RESIST A LA COMPRESION Kg/cm ²
1.- ADOBE COMÚN	----	04/06/2012	----	11,750	17
2.- ADOBE COMÚN	----	04/06/2012	----	9,250	17
3.- ADOBE COMÚN	----	04/06/2012	----	9,500	17
4.- ADOBE COMÚN	----	04/06/2012	----	10,250	19

La Norma E-080 Adobe, en el artículo 8, Esfuerzos admisibles, precisa que para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos:

* Resistencia a la compresión de la unidad: $f_o = 12 \text{ Kg./cm}^2$

Entonces, el resultado promedio obtenido, se encuentran por encima del mínimo especificado por la norma correspondiente, lo que indica que el adobe ensayado, tiene buen comportamiento a la compresión, y los materiales empleados en su elaboración, cumplirían con las recomendaciones establecidas al respecto.

c) Ensayo de absorción de Bloque estabilizado con asfalto.

Sabiendo que los bloques estabilizados con asfalto, son más consistentes e impermeables ante la acción de la humedad, por efecto de las lluvias e inundaciones; se requiere verificar esta propiedad, por lo que se realiza, el ensayo de absorción del bloque estabilizado, con muestra obtenido de una de las viviendas, construidos con los mismos bloques en Cayaltí.

También se realiza el ensayo de absorción, con la finalidad de verificar lo expresado por los moradores de la Urbanización Nuevo Cayaltí, que los muros son resistentes a la humedad y que han tenido performance satisfactoria, en las precipitaciones pluviales o fenómenos de “El Niño”, de los años 1,983 y 1998. De igual modo, para verificar si el porcentaje de absorción, se encuentra en el rango que se obtuvo, en los ensayos con especímenes de bloque estabilizado, en el momento de la construcción. (6)

El ensayo de absorción, se llevó a cabo en el laboratorio de Mecánica de suelos, de la Facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y Arquitectura, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, cuyo cuadro resumen de resultados del ensayo se muestra a continuación.

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE ADOBE EN %

	M-1	M-2
1.- Pozo - muestra		
2.- N° de frasco	-	-
3.- Peso muestra natural gr.	1015,72	989,98
4.- Peso de muestra saturada 24 horas gr.	1031,73	1005,04
5.- Peso de muestra saturada 48 horas gr.	1037,16	1008,66
6.- Peso de agua a las 24 horas gr.	16,01	15,06
7.- Peso de agua a las 48 horas gr.	21,44	18,68
8.- % de absorcion 24 horas	1,58	1,52
9.- % de absorcion 48 horas	2,11	1,89
% PROMEDIO a las 24 hrs.	1,55	
% PROMEDIO a las 48 Hrs.	2,00	

El informe completo, del ensayo mencionado, se muestra en la siguiente página:



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



INFORME N°78-2011-FICSA-LMS

Solicitante : ING. PEDRO BERNILLA CARLOS

Persona que entrego las muestras al Laboratorio: ING. PEDRO BERNILLA CARLOS

Obra: TESIS DE MAESTRIA: EVALUACION FUNCIONAL Y CONSTRUCTIVA DE VIVIENDAS CON ADOBE ESTABILIZADO EN CAYALTI PROGRAMA COBE-1976

Ubicación de la Obra: DISTRITO: CAYALTI - PROVINCIA: CHICLAYO - DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE

Procedencia del material: IN SITU

Fecha del Ensayo: 05/12/2011

Técnico Responsable: JOSE ARTURO SANTAMARIA ALCANTARA

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE ADOBE EN %

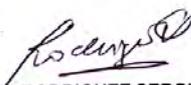
	M-1	M-2
1.- Pozo - muestra		
2.- N° de frasco	-	-
3.- Peso muestra natural gr.	1015,72	989,98
4.- Peso de muestra saturada 24 horas gr.	1031,73	1005,04
5.- Peso de muestra saturada 48 horas gr.	1037,16	1008,66
6.- Peso de agua a las 24 horas gr.	16,01	15,06
7.- Peso de agua a las 48 horas gr.	21,44	18,68
8.- % de absorcion 24 horas	1,58	1,52
9.- % de absorcion 48 horas	2,11	1,89
% PROMEDIO a las 24 hrs.	1,55	
% PROMEDIO a las 48 Hrs.	2,00	

OBSERVACIONES:

1. El laboratorio no ha intervenido en la exploración y muestreo del material entregado, sólo se ha limitado a realizar el ensayo indicado al material entregado, por tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dicho material.
2. Los datos de, el lugar de procedencia del material, el solicitante, la Obra en la que se usarán los resultados fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó dicho material, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos.
3. Este informe consta de una página en total y esta prohibida la reproducción parcial sin autorización del Laboratorio.


JOSE SANTAMARIA ALCANTARA
TECNICO RESPONSABLE




ING. WILLIAM RODRIGUEZ SERQUEN
JEFE LABORATORIO

WRS/JASA/rdb.

Del informe N ° 78-2011-FICSA-LMS, en el cuadro de resultados, se puede observar, que las dos (02) muestras, a las 24 horas, de permanecer saturada, sólo absorben en promedio: 1.55 %; pasado las 48 horas las muestras absorben: 2.00% en peso.

El resultado de laboratorio, confirma que los adobes estabilizados con asfalto, son consistentes y tienen buena performance ante la humedad, tienen característica o propiedad de ser impermeable.

Este resultado, confirma el testimonio de los moradores de la Nueva Urbanización Cayaltí, quienes expresaron que en las precipitaciones pluviales del año 1,983 y 1,998, los muros presentaron buena performance, no presentaron erosión por humedad.

Así mismo, confirma los resultados obtenidos, en el momento de la construcción de viviendas.

d) Ensayo de absorción de adobe común.

Teniendo la información, que los adobes comunes, son vulnerables ante la acción de la humedad, ya sea por efecto de las lluvias e inundaciones; se requiere verificar esta característica, por lo que se realiza, el ensayo de absorción del adobe común, en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FICSA de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, con muestras obtenidas de la jurisdicción de Cayaltí, donde se construyeron las viviendas con bloques estabilizados.

De acuerdo al informe, Oficio N ° 680-2012-FICSA-D, el adobe común a las 24 horas, tiene en promedio: 35.79% de absorción.

Mientras que el adobe estabilizado, en el mismo tiempo, tiene 1.55% en promedio, ver resultado de laboratorio.

Así mismo, de acuerdo al informe, Oficio N ° 680-2012-FICSA-D, el adobe común a las 48 horas, tiene en promedio: 39,24% de absorción.

Mientras que el adobe estabilizado, permaneciendo saturado 48 horas, tiene 2.00% en promedio de absorción.

Estos resultados, confirman que el adobe estabilizado tiene valores muy superiores en consistencia y de impermeabilidad, lo que permite que tenga buena performance ante la humedad, tal y conforme han experimentado los usuarios de la Nueva urbanización Cayaltí, en las precipitaciones pluviales producidas en los años 1983 y 1998.

En cuanto al adobe común, a continuación, se muestra los informes de Laboratorio de Ensayo de materiales, de la prueba de absorción del adobe común.

En el informe, las muestras de adobe común, a las 24 horas, en promedio han absorbido: 35.79%; a las 48 horas dan como resultado promedio: 39.24%.

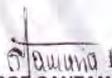
Estos resultados confirman que, los adobes son vulnerables ante la humedad y más aún a las inundaciones

	UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
OFICIO 680-2012-FICSA-D (Proyección Social)		
SOLICITADO POR: ING. PEDRO BERNILLA CARLOS Y ARQ. JOSÉ LÓPEZ GÁLVEZ PROYECTO : EVALUACIÓN FUNCIONAL Y CONSTRUCTIVA DE VIVIENDAS CON ADOBE ESTABILIZADO EN CAYALTÍ PERSONA QUE ENTREGÓ LAS MUESTRAS: – UBICACIÓN DE LA OBRA : DISTRITO: CAYALTÍ - PROVINCIA: CHICLAYO - REGIÓN: LAMBAYEQUE FECHA DEL ENSAYO : 30/05/12 TIPO DE MATERIAL : ADOBE TECNICO OPERADOR RESPONSABLE : JORGE ANTONIO SANTAMARIA INOÑAN		
ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE		
MUESTRA DE ADOBE COMUN	M-1	M-2
Nº DE PIREX	1	2
1.- PESO MUESTRA NATURAL grs	7750	7785
2.- PESO MUESTRA SATURADA grs	10530	10565
4.- PESO DE AGUA grs	2780	2780
5.- % DE ABSORCION A LAS 24 HORAS grs	35.87	35.71

OBSERVACIONES:

1. El laboratorio no ha intervenido en la exploración y muestreo del material entregado, sólo se ha limitado a realizar los ensayos indicados al material entregado, por tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dicho material.
2. Los datos de, el lugar de procedencia del material, el solicitante, la Obra en la que se usarán los resultados fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó dicho material, siendo por ende la responsabilidad de este último la veracidad de ellos.
- 3 Este Informe consta de una página en total y está prohibida su reproducción parcial sin autorización del laboratorio.

Lambayeque, junio 5 del 2012



SR. JORGE SANTAMARIA INOÑAN
TECNICO LEM-FICSA





ING. RICARDO ANTONIO SOSA SANDOVAL
JEFE-LEM-FICSA
REG. CIP. 48581



RASS/JAS/amsm.

PABELLÓN FICSA - CIUDAD UNIVERSITARIA
Calle Juan XXIII N° 391
LAMBAYEQUE - PERU

E-mail: lem_ficsa@yahoo.com



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



OFICIO 680-2012-FICSA-D (Proyección Social)

SOLICITADO POR: ING. PEDRO BERNILLA CARLOS Y ARQ. JOSÉ LÓPEZ GÁLVEZ
PROYECTO : EVALUACIÓN FUNCIONAL Y CONSTRUCTIVA DE VIVIENDAS CON ADOBE ESTABILIZADO EN CAYALTÍ
PERSONA QUE ENTREGÓ LAS MUESTRAS: –
UBICACIÓN DE LA OBRA : DISTRITO: CAYALTÍ- PROVINCIA: CHICLAYO - REGIÓN: LAMBAYEQUE
FECHA DEL ENSAYO : 30/05/12
TIPO DE MATERIAL : ADOBE
TECNICO OPERADOR RESPONSABLE : JORGE ANTONIO SANTAMARIA INOÑAN

ENSAYO DE ABSORCION DE ADOBE

MUESTRA DE ADOBE COMUN	M-1	M-2
N° DE PIREX	1	2
1.- PESO MUESTRA NATURAL grs	7750	7785
2.- PESO MUESTRA SATURADA grs	10805	10825
4.- PESO DE AGUA grs	3055	3040
5.- % DE ABSORCION A LAS 48 HORAS grs	39.42	39.05

OBSERVACIONES:

1. El laboratorio no ha intervenido en la exploración y muestreo del material entregado, sólo se ha limitado a realizar los ensayos indicados al material entregado, por tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dicho material.
2. Los datos de, el lugar de procedencia del material, el solicitante, la Obra en la que se usarán los resultados fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó dicho material, siendo por ende la responsabilidad de este último la veracidad de ellos.
- 3 Este Informe consta de una página en total y está prohibida su reproducción parcial sin autorización del laboratorio.

Lambayeque, junio 5 del 2012


SR. JORGE SANTAMARIA INOÑAN
TECNICO LEM-FICSA




ING. RICARDO ANTONIO SOSA SANDOVAL
JEFE-LEM-FICSA
REG. CIP. 48581



RASS/JAS/amsm.

PABELLÓN FICSA - CIUDAD UNIVERSITARIA
Calle Juan XXIII N° 391
LAMBAYEQUE - PERÚ

E-mail: lem_ficsa@yahoo.com

5.4 Resultado de la Evaluación.

5.4.1 Evaluación Funcional

La evaluación funcional comprende diversos aspectos que van desde la etapa de la propuesta, la habilitación urbana, considerando la disposición, manzaneo y criterios de diseño, el proyecto arquitectónico del modulo de vivienda, la disposición, distribución y formato de los ambientes interiores, la propuesta de acabados, y por ultimo quizás el mas importante, el grado de aceptación del poblador frente a una vivienda experimental con materiales tratadas de la zona, y construcción con nueva tecnología para soportar los efectos de fenómenos naturales. Se refiere, básicamente a los sismos, lluvias y las inundaciones. En ese sentido se puede resumir la evaluación funcional de las viviendas de Cayaltí en los siguientes términos:

- 1.- El programa COBE se implementa en Cayaltí, atendiendo razones de índole técnica y experimental. No tanto así, por la necesidad de contrarrestar una situación de emergencia. Si bien es cierto que la necesidad de vivienda es latente en todo el país, sin embargo también se pensó en Cayaltí por la bondad de su clima, la coyuntura social, y la abundancia de materiales complementarios que demandaba la nueva propuesta (caña / carrizo). También primó el hecho de contar con canteras con buen suelo, el mismo que es apropiado para la elaboración del adobe estabilizado, material predominante, contemplado en el proyecto.
- 2.- Siendo en ese entonces una Cooperativa Agraria de Producción, donde la transición de la nueva Administración todavía estaba incipiente, la trama urbana no estaba definida y la nueva Dirección no tenía planes urbanos a corto ni largo plazo. Es válido pensar que los pobladores, en su mayoría trabajadores de la cooperativa, no tenían la experiencia de vivir bajo un nuevo modelo de urbanización.
- 3.- La propuesta urbana se basa en la optimización de las áreas de circulación; calzadas vehiculares solo en el perímetro de la Urbanización, en consecuencia y por extensión el estacionamiento se resuelve en bloque y próximo a la vía principal; pasajes peatonales; concentración de áreas de esparcimiento y parques; Áreas de aportes y lotes para comercio local; a todo esto el modulo de vivienda pareada (Muros compartidos) y techos a dos aguas que de alguna manera condicionan y neutralizan el crecimiento vertical. Por lo menos al corto y mediano plazo.
- 4.- La disposición de las viviendas permitió la creación de nuevos espacios que propician la interacción y comunicación de sus ocupantes; ambientes tranquilos que invitan al

descanso y al sano esparcimiento, rodeado de jardines y sin el peligro latente que generan los vehículos. Sin duda el proyecto estuvo enfocado en esa perspectiva buscando mejorar el nivel de vida de sus habitantes.

5.- La dotación de los servicios básicos; agua, alcantarillado y luz, a nivel de conexión domiciliaría, fue la característica más apreciada por los nuevos usuarios de esta urbanización. Estos servicios fueron incorporados a la red de la ciudad y la dotación era las 24 horas del día, asumiendo la Cooperativa el mantenimiento del sistema.

En la actualidad el servicio se ha agudizado, y las dotaciones son racionalizadas.

6.- Dentro de lo negativo podríamos citar la indiferencia e indolencia de las autoridades por salvaguardar y mejorar los espacios de esparcimiento de la población, los parques se encuentran abandonados, no hay infraestructura de riego; carencia de local comunal; servicios de saneamiento, alumbrado público y recolección de basura deficientes; Todo esto devalúa la propuesta urbana, propiciando los malos hábitos urbanos, la proliferación de la delincuencia y el pandillaje.

7.- La falta de autoridad es palpable, la invasión de área del retiro municipal, sobre todo en los pasajes peatonales, incrementa el desorden y la indiferencia de los funcionarios por corregir este problema; la transgresión de los reglamentos no tiene sanción ni acción correctiva. Casi la totalidad de las viviendas han incorporado el área de retiro municipal de la fachada a su vivienda, esto es palpable en el sentido de que han construido un muro como cerco frontal, adicionando esta área como jardín o patio de ingreso.

8.- Se observa el poco interés y participación de sus dirigentes y pobladores, por llevar adelante actividades y gestiones para resolver los problemas de la urbanización.

9.- En cuanto a la vivienda, con 160.00 m² de área de lote, resultó apropiada para albergar familias de 5 miembros en promedio, asimismo el área cubierta (83.98 m²) considerando 3 dormitorios resolvió el problema de espacio.

10.- La distribución de la vivienda, consideró como eje funcional al patio central y no a la sala comedor como suele suceder en una vivienda urbana, los 3 dormitorios, la sala, el baño y el corredor lateral abren hacia este espacio, asimismo el corredor central se integra para comunicarse con el traspatio o corral.

11.- En cuanto a la proporción y tamaño de algunos ambientes, efectivamente, el área de la cocina (5.90 m²) es reducida, aún más cuando tiene dos accesos, el primero por la sala y el segundo a través del corredor de servicio. Otros ambientes como la sala y el baño

presentan áreas optimizadas, los usuarios dejaron sentir este inconveniente reflejadas en las encuestas.

- 12.- Sobre el confort respecto a las bondades del material no hubo mayormente quejas, es sabido, que el adobe tiene un comportamiento térmico y acústico adecuado, el componente de asfalto en el adobe permitió que este sea menos propenso y más resistente al ataque de la humedad y los insectos.
- 13.- En cuanto a los acabados se puede observar que la mayoría (92 %) han hecho mejoras en su vivienda; protección del techo con cobertura precaria; enlucido y pintado de muros; cambio de pisos; reposición de puertas y ventanas, aparatos sanitarios; construcción de muro de poca altura, como cerco frontal, para delimitar el jardín.

5.4.2. Evaluación Constructiva

La Evaluación Constructiva está referida, básicamente a la determinación del grado de valor, ya sea este referencial o directo, observando el comportamiento que han tenido los materiales; las dificultades que se presentaron en el sistema constructivo, teniendo en consideración que fue un proyecto piloto experimental; las implicancias que se dieron durante el proceso constructivo que repercutieron en la estabilidad y comportamiento de la vivienda.

La evaluación en este sentido se sintetiza en lo siguiente:

1. Sobre **la cimentación** no se registran deterioros ni averías tangibles, esto debido a que no se observaron asentamientos ni fisuras en la estructura. Se precisa además que durante la vida útil de estas viviendas, no hubo solicitaciones sísmicas importantes que puedan poner a prueba la estructura. En los **sobrecimientos**, tampoco se observa fisuras; en pocas viviendas, se observa la presencia de sales, que habría afectado externamente a los sobrecimientos, como consecuencia de las precipitaciones pluviales.
2. **Los muros** se encuentran en buen estado de conservación por varias razones: La utilización del Adobe estabilizado, interactuando con el refuerzo horizontal y vertical; la forma simétrica en planta de la vivienda, con una adecuada densidad de muros en ambos sentidos; la buena disposición de las aberturas o vanos tanto para puertas y ventanas; el empleo de contrafuertes en remates de esquina y parte central de muros, un buen sistema de arriostre que culmina en la parte superior con la viga solera. (coronamiento).

3. Las **Vigas**, que son parte vital de la estructura del techo, son de madera tipo tornillo, de diferente sección y se encuentran en regular estado de conservación, por las filtraciones que presentaron los techos durante las precipitaciones pluviales; la viga solera que se encuentra empotrada en el coronamiento de los muros, recibe las cargas del techo y transmite los esfuerzos a los mismos.
4. La torta de barro empleado en los techos, no tuvo comportamiento favorable ante las precipitaciones pluviales, produciéndose filtraciones, que a la postre afectó a los demás materiales del techo. Según los testimonios de los propios usuarios, que trabajaron en la construcción de las viviendas, la colocación de la caña en el techo, no fue tal como estaba especificado en los planos (separación=10cm); en 75% de las viviendas se colocaron cañas unas a continuación de otras, como se agotó la producción de este material, se optó por el proyecto original, colocando en el techo cañas separados 10cm, lo que contribuyó a que se genere filtraciones en la cobertura. El cielo raso a base de yeso, fue el más afectado, produciéndose el desprendimiento de techo.
5. Los pisos de concreto simple de 10 cm de espesor, terminado con cemento pulido al color natural, se conservan en buen estado, sobre todo en el patio interior.
6. En general la carpintería de madera expuesta, como puertas y ventanas han sufrido un deterioro natural, toda vez que han transcurrido 35 años, sumando a ello, la falta de mantenimiento y la precariedad de algunas familias. De ahí el alto porcentaje de moradores, que han renovado estos elementos de madera, por carpintería de metal.
7. Las instalaciones sanitarias de agua potable, empotradas en muros y piso han presentado en pocos casos, filtraciones, de tal manera que la humedad ha afectado pequeñas zonas de los servicios higiénicos.
8. Las instalaciones eléctricas fueron empotradas, en los muros se colocaron las placas de tomas corrientes e interruptores; las luminarias suspendidas de las vigas del techo. El tablero de distribución se ubica, entrando, a la derecha del ambiente múltiple, de donde se distribuye los circuitos de toma corrientes y alumbrado.

5.5. Costos comparativos.

Para este rubro se ha analizado, desde el punto de vista económico, tres (03) alternativas de construcción de módulos de viviendas con adobes, de la misma área techada, y del mismo espesor de muros:

- a) Vivienda con adobe estabilizado, de las mismas características de las existentes en Cayaltí, es decir, muros con refuerzo vertical y horizontal con carrizo, con viga solera, techo con torta de barro estabilizado, etc.
- b) Vivienda con adobe común y corriente, con las mismas características de las casas de Cayaltí, es decir, cimentación y sobrecimientos de concreto ciclópeo, muros de 36 cm de espesor, sin refuerzo vertical y horizontal, techo de asbesto cemento (Eternit) sobre vigas y correas de madera, que se apoyan en la viga solera, piso de concreto losa de 10 cm de espesor, etc.
- c) Vivienda con adobe común, reforzado con mallas de polipropileno o geomallas, con las mismas características de las viviendas construidas en Cayaltí, es decir, cimentación y sobrecimientos de concreto simple, muros de 36 cm de espesor, reforzado con mallas de polipropileno o geomallas, adheridos al muro con conectores de rafia; techo de asbesto cemento (Eternit)) sobre vigas y correas de madera, que se apoyan en la viga solera, piso de concreto losa de 10 cm de espesor, etc.

Del análisis de costos, se obtiene los siguientes resultados, es decir, presupuesto de la construcción de los módulos indicados, líneas arriba:

PRIMERA ALTERNATIVA.

- a) Módulo de vivienda construida con bloque estabilizado

El presupuesto, considerando sólo costo directo, ascendería a: **CUARENTITRES MIL DOSCIENTOS SETENTA Y 87/100 NUEVOS SOLES (S./ 43,270.87)**

Costo que considera, como que recién se habría terminado la construcción de la vivienda, pero éstas fueron construidos hace treinta y cinco años, por lo que se aplicará el porcentaje de depreciación por el tiempo transcurrido (35 años) y el material predominante (adobe). Para el cálculo de la depreciación se hace uso del Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú, aprobado por R. M. N 126-07-VIVIENDA, que en el artículo II. D. 34, establece:

“La depreciación se determinará de acuerdo a los usos predominantes, con los porcentajes que se establece en las siguientes tablas.”

El porcentaje de depreciación, está contenido en la Tabla N ° 1, del Reglamento de Tasaciones, que específicamente indica: **Porcentajes para el calculo de la depreciación por antigüedad y estado de conservación según el material estructural predominante para casas habitación y Departamentos para casa.**

De acuerdo al Reglamento precisado, la depreciación del costo de las viviendas Programa COBE- Cayaltí, ascendería a: **45%.**

Antigüedad: **35 años**

Material predominante: **Adobe.**

Estado de conservación: **Bueno**

Por lo tanto, el costo de la vivienda construido con adobe estabilizado, ascendería a:

Valor de la construcción: S/. 43,270.87 (1-0.45)= S/. 23,798.98

SON: VEINTITRES MIL SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO Y 98/100 NUEVOS SOLES.

El costo obtenido sería, el valor que habría costado en el momento de la construcción, con los precios actualizados

SEGUNDA ALTERNATIVA.

b) Módulo de vivienda construida con adobe común, de las mismas dimensiones del adobe estabilizado, empleado en la construcción de las viviendas en Cayaltí.

El presupuesto, considerando sólo costo directo, ascendería a: **TRENTITRES MIL TRENTISEIS Y 31/100 NUEVOS SOLES. (S/. 33,036.31)**

TERCERA ALTERNATIVA.

c) Módulo de vivienda construida con adobe común, de las mismas dimensiones del adobe estabilizado, empleado en la construcción de las viviendas en Cayaltí, reforzado con mallas de polipropileno o geomallas, considerando sólo costo directo, ascendería a:

CUARENTICINCO MIL SETENTICINCO Y 22/100 NUEVOS SOLES.

(S/. 45,075.22)

De los resultados obtenidos, se puede colegir, que la vivienda construida con adobe común es la más económica, pero ante los fenómenos naturales, no tendrá buena performance, sería vulnerable.

El módulo de viviendas de adobe común, reforzados con mallas de polipropileno o geomallas, tiene costo muy cercano a las viviendas construidas con adobe estabilizado, reforzado horizontal y verticalmente con caña o carrizo, presentaría buen comportamiento ante los fenómenos naturales, en forma especial, ante la acción sísmica.

Las viviendas construidas con bloques estabilizados con asfalto, con refuerzo vertical y horizontal, arriostrado en el coronamiento con la viga solera; han soportado las inclemencias del fenómeno de “El Niño”, de los años 1983 y 1998, presentando consistencia e impermeabilidad; los techos no soportaron con eficacia las precipitaciones pluviales. En cuanto a la acción sísmica, no se puede opinar por que en la zona no se presento sismo de consideración, desde la época de la construcción.

A continuación, los presupuestos de los módulos indicados líneas arriba.

PRESUPUESTO

OBRA: Construcción de módulo de vivienda con adobe estabilizado, reforzado con caña o carrizo en Cayaltí.

Lugar: Región de Lambayeque, Provincia de Chiclayo, Distrito de Cayaltí.

Tesis: “Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayaltí, Programa COBE-1976”

Ítems	Descripción	Unidad	Metrado	Precio U.	Parcial
01	OBRAS PRELIMINARES				459,11
01.01	Limpieza del terreno manual.	m ²	160,00	1,16	185,60
01.02	Trazo, nivelación y replanteo	m ²	94,64	2,89	273,51
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				712,68
02.03	Excavación para cimentación Eliminación de material excedente	m ³	20,46	22,66	463,62
02.01	(30% E.)	m ³	26,60	7,25	192,85
02.02	Relleno y nivelación para pisos.	m ³	7,70	7,30	56,21
03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				3.730,75
03.01	Concreto Ciclópeo para cimentación (1:10+40% P. G.).	m ³	20,46	149,82	3.065,32
03.02	Concreto simple para sobrecimientos (1:8+25% P. M.)	m ³	4,33	153,68	665,43

04	ENCOFRADO				822,00
04.01	Encofrado y desencofrado de sobrecimientos h=0.20m	m ²	27,40	30,00	822,00
05	TECHO				9.021,23
05.01	Cobertura del techo, conformado por los materiales: torta de barro, asfalto, bagacillo y agua.	m ²	94,64	5,57	527,14
05.02	Elementos de apoyo, conformado por: vigas de madera, cañas con habilitación y colocación, mezclado de barro, colocación y acabado.	m ²	94,64	72,81	6.890,74
05.03	Enlucido de cielo raso con yeso.	m ²	73,38	21,85	1.603,35
06	MUROS ADOBE ESTABILIZADO				17,222.82
06.01	Muros de adobe estabilizado de: 0.36mx0.36mx0.08m, incluye: materiales, mano de obra y equipo.	m ²	137,12	101,89	13.971,16
06.02	Muros de adobe estabilizado de: 0.17mx0.36mx0.08m, incluye: materiales, mano de obra y equipo	m ²	38,60	84,24	3.251,66
07	PISOS				2.054,06
07.01	Pisos de cemento pulido (e = 4")	m ²	76,96	26,69	2.054,06
08	REVOQUES Y ENLUCIDOS				343,96
08.01	Enlucidos de muros de ambientes: servicio higiénico y cocina, con mortero.	m ²	24,36	14,12	343,96
09	CARPINTERIA DE MADERA				5.461,04
09.01	Dinteles de madera, tipo tornillo.	p ²	176,05	4,80	845,04
09.02	Puertas de madera de cedro nacional	m ²	18,23	200,00	3.646,00
09.03	Ventanas de madera de cedro nacional.	m ²	4,85	200,00	970,00
10	CERRAJERIA				325,00
10.01	Chapa de dos golpes, puerta calle.	U	2,00	50,00	100,00
10.02	Chapas puertas interiores.	U	5,00	45,00	225,00
11	VIDRIOS.				48,60
11.01	Vidrios simples	p2	27,00	1,80	48,60
12	INSTALACIONES ELECTRICAS				1.220,12
12.01	Punto de luz y braquetes	U	12,00	60,01	720,12
12.02	Tomacorrientes.	U	5,00	60,00	300,00
12.03	Tablero general	U	1,00	200,00	200,00

13	INSTALACIONES SANITARIAS				1.250,00
13.01	Puntos de agua fría	U	5,00	50,00	250,00
13.02	Punto de desagüe y ventilación	U	6,00	75,00	450,00
13.03	Caja de registro	U	1,00	300,00	300,00
13.04	Colocación de aparatos sanitarios.	U	5,00	50,00	250,00
14	APARATOS SANITARIOS				514,00
14.01	Lavatorio blanco de losa vitrificada	U	1,00	80,00	80,00
14.02	W. C. blanco, tanque bajo	U	1,00	150,00	150,00
14.03	Lavatorio de cocina	U	1,00	75,00	75,00
14.04	Ducha	U	1,00	50,00	50,00
14.05	Accesorios	U	7,00	12,00	84,00
14.06	Lavadero de ropa	U	1,00	75,00	75,00
15	OTROS				85,50
15.01	Clavos para madera de 6 pulgadas	Kg.	4,00	5,50	22,00
15.02	Clavos para madera de 5 pulgadas	Kg.	5,00	5,50	27,50
15.03	Clavos de madera de 3 pulgadas	Kg.	2,00	4,50	9,00
15.04	Clavos de madera 2.5 pulgadas	Kg.	3,00	4,50	13,50
15.05	Clavos para madera de 2 pulgadas	Kg.	3,00	4,50	13,50
	COSTO DIRECTO				S/. 43.270,87

SON : CUARENTITRES MIL DOSCIENTOS SETENTA Y 87/100 NUEVOS SOLES

PRESUPUESTO

OBRA: Construcción de módulo de vivienda con adobe común

Lugar: Región de Lambayeque, Provincia de Chiclayo, Distrito de Cayaltí.

Tesis: "Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayaltí, Programa COBE-1976"

Ítems	Descripción	Unidad	Metrado	Precio U.	P. Parcial
01	OBRAS PRELIMINARES				459,11
01.01	Limpieza del terreno manual	m ²	160,00	1,16	185,60
01.02	Trazo nivelación y replanteo	m ²	94,64	2,89	273,51
02	MOVIMIENTO DE TIERRA				712,68
02.01	Excavación para cimentación.	m ³	20,46	22,66	463,62
02.02	Eliminación de material excedente (30% E.)	m ³	26,60	7,25	192,85
02.03	Relleno y nivelación para pisos	m ³	7,70	7,30	56,21
03	CONCRETO SIMPLE				3.730,75
	Concreto ciclópeo para				
03.01	cimentación (1:10+40% P. G.)	m ³	20,46	149,82	3.065,32
03.02	Concreto para sobrecimientos,	m ³	4,33	153,68	

	mezcla (1:8 + 25% P. M.).				665.43
04	ENCOFRADO				822,00
04.01	Encofrado y desencofrado de sobrecimientos h=0.20m	m ²	27,40	30,00	822,00
05	TECHO				8.170,29
05.01	Elemento de apoyo, vigas soleras de madera. tipo tornillo (2"x4").	Pie ²	146,96	4,80	705,41
05.02	Elemento de soporte: vigas de madera tipo tornillo (2"x5")y(2"x6").	Pie ²	502,80	4,80	2.413,44
05.03	Correas de madera tipo tornillo (2"x3")	Pie ²	247,50	4,80	1.188,00
05.04	Cobertura de Eternit (pieza 1x1.80m).	pza.	74,00	22,46	1.662,04
05.05	Cielo raso de triplay.	m ²	73,38	30,00	2.201,40
06	MUROS DE ADOBE COMÚN				7.658,49
06.01	Muros de adobe común de: 0.36mx0.36mx0.08m incluye: materiales, mano de obra y equipo.	m ²	137,12	45,89	6.292,44
06.02	Muro de adobe común de: 0.17mx0.36mx0.08m, incluye materiales, mano de obra y equipos	m ²	38,60	35,39	1.366,05
	PISOS				2.054,06
07					
07.01	Pisos de cemento pulido (e = 4")	m ²	76,96	26,69	2.054,06
08	REVOQUES Y ENLUCIDOS				343,96
08.01	Enlucidos de muros de ambientes: servicio higiénico y cocina, con mortero.	m ²	24,36	14,12	343,96
09	CARPINTERIA DE MADERA				5.246,00
09-01	Dinteles de madera (1.80mts)	U	14,00	45,00	630,00
09.02	Puertas de madera de cedro nacional.	m ²	18,23	200,00	3.646,00
09.03	Ventanas de madera.	m ²	4,85	200,00	970,00
10	CERRAJERIA				350,00
10.01	Chapa de dos golpes, puerta calle	U	2,00	50,00	100,00
10.02	Chapas puerta interior	U	5,00	50,00	250,00

11	VIDRIOS				48,60
11.01	Vidrios simples	Pie ²	27,00	1,80	48,60
12	INSTALACIONES ELECTRICAS				1.220,12
12.01	Punto de luz y braquetes	U	12,00	60,01	720,12
12.02	Tomacorrientes	U	5,00	60,00	300,00
12.03	Tablero general	U	1,00	200,00	2 00,00
13	INSTALACIONES SANITARIAS				1.250,00
13.01	Puntos de agua fría	U	5,00	50,00	250,00
13.02	Punto de desagüe y ventilación	U	6,00	75,00	450,00
13.03	Caja de registro	U	1,00	300,00	300,00
13.04	Colocación de aparatos sanitarios	U	5,00	50,00	250,00
14	APARATOS SANITARIOS				514,00
14.01	Lavatorio blanco de losa vitrificada	U	1,00	80,00	80,00
14.02	W. C. blanco, tanque bajo.	U	1,00	150,00	150,00
14.03	Lavatorio de cocina	U	1,00	75,00	75,00
14.04	Ducha	U	1,00	50,00	50,00
14.05	Accesorio	U	7,00	12,00	84,00
14.06	lavadero de ropa	U	1,00	75,00	75,00
15	OTROS				456,25
15.01	Clavos madera de 6 pulgadas	Kg.	4,00	5,50	22,00
15.02	Clavos madera de 5 pulgadas	Kg.	5,00	5,50	27,50
15.03	Clavos madera de 3 pulgadas	Kg.	2,00	4,50	9,00
15.04	Clavos madera de 2.5 pulgadas	Kg.	2,00	4,50	9,00
15.03	Clavos con cabeza para Eternit	Kg.	5,00	7,35	36,75
15.04	Ganchos para Eternit	U	320,00	1,10	352,00
	Costo Directo				S/. 33.036.31

SON : TRENTITRES MIL TRENTISEIS Y 31/100 NUEVOS SOLES

PRESUPUESTO

OBRA: Construcción de módulo de vivienda con adobe, reforzado con mallas de polipropileno o geomallas.

Lugar: Región de Lambayeque, Provincia de Chiclayo, Distrito de Cayaltí.

Tesis: "Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayaltí, Programa COBE-1976"

Ítems	Descripción	Unidad	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				459,11
01.01	Limpieza de terreno manual	m ²	160,00	1,16	185,60
01.02	Trazo, nivelación y replanteo.	m ²	94,64	2,89	273,51

02	MOVIMIENTO DE TIERRA				712,68
02.01	Excavación para cimentación.	m ³	20,46	22,66	463,62
02.02	Eliminación de material excedente. (30% E.)	m ³	26,60	7,25	192,85
02.03	Relleno y nivelación para pisos.	m ³	7,70	7,30	56,21
03	CONCRETO SIMPLE				3.730,75
03.01	Concreto ciclópeo para cimentación. (1:10 + 40% de P. G.).	m ³	20,46	149,82	3.065,32
03.02	Concreto para sobrecimiento (1:8 + 25% de P. M.).	m ³	4,33	153,68	665,43
04	ENCOFRADO				822,00
04.01	Encofrado y desencofrado de sobrecimientos h= 0.20m.	m ²	27,40	30,00	822,00
05	TECHO				8.170,29
05.01	Elemento de apoyo, vigas soleras de madera tipo tornillo (2"x4")	p2	146,96	4,80	705,41
05.02	Elemento de soporte: vigas de madera tipo tornillo(2"x5")y(2"x6")	p2	502,80	4,80	2.413,44
05.03	Correas de madera tipo tornillo (2"x3")	p2	247,50	4,80	1.188,00
05.04	Cobertura de Eternit (pieza 1x1.80m).	Pza.	74,00	22,46	1.662,04
05.05	Cielo raso de triplay	m ²	73,38	30,00	2.201,40
06	MUROS DE ADOBE COMUN				10.813,20
06.01	Muros de adobe común de: 0.36mx0.36mx0.08m. incluye: materiales, mano de obra	m ²	137,12	45,89	6.292,44
06.02	Refuerzo de malla de polipropileno	m ²	360,00	6,46	2.325,60
06.03	Conectores de rafia	m ²	175,72	4,28	752,08
06.04	Impermeabilización de sobrecimientos Muro de adobe común	m ²	20,06	3,84	77,03
06.05	de:0.17mx0.36mx0.08m, incluye materiales, mano de obra y equipos	m ²	38,60	35,39	1.366,05
07	PISOS				2.054,06
07.01	Pisos de cemento pulido (e=4")	m ²	76,96	26,69	2.054,06
08	REVOQUES Y ENLUCIDOS				9.257,66
08.01	Enlucidos de muros de ambientes: servicio higiénico y cocina, con mortero	m ²	24,36	14,12	343,96
08.02	Enlucidos de derrames	m. l.	37,05	27,80	1.029,99
08.03	Enlucidos en muro interior y exterior con tierra y arena 1:1 (e=2.5cm)	m ²	294,88	19,85	5.853,37
08.04	Enlucidos de zócalos con mortero pulido.	m ²	37,05	54,80	2.030,34

09	CARPINTERIA DE MADERA				5.246,00
09.01	Dinteles de madera (1.80mts)	U	14,00	45,00	630,00
09.02	Puertas de madera de cedro nacional	m ²	18,23	200,00	3.646,00
09.03	Ventanas de madera de cedro nacional	m ²	4,85	200,00	970,00
10	CERRAJERIA				325,00
10.01	Chapa de dos golpes, puerta calle	U	2,00	50,00	100,00
10.02	Chapas puerta interior	U	5,00	45,00	225,00
11	VIDRIOS				48,60
11.01	Vidrios simples	Pie ²	27,00	1,80	48,60
12	INSTALACIONES ELECTRICAS				1.220,12
12.01	Punto de luz y braquetes	U	12,00	60,01	720,12
12.02	Tomacorriente	U	5,00	60,00	300,00
12.03	Tablero general	U	1,00	200,00	200,00
13	INSTALACIONES SANITARIAS				1.250,00
13.01	Puntos de agua fría	U	5,00	50,00	250,00
13.02	Punto de desagüe y ventilación	U	6,00	75,00	450,00
13.03	Caja de registro	U	1,00	300,00	300,00
13.04	Colocación de aparatos sanitarios	U	5,00	50,00	250,00
14	APARATOS SANITARIOS				514,00
14.01	Lavatorio blanco de losa vitrificada	U	1,00	80,00	80,00
14.02	W.C. blanco, tanque bajo	U	1,00	150,00	150,00
14.03	Lavatorio de cocina	U	1,00	75,00	75,00
14.04	Ducha	U	1,00	50,00	50,00
14.05	Accesorio	U	7,00	12,00	84,00
14.06	Lavadero de ropa	U	1,00	75,00	75,00
15	OTROS				451,75
15.01	Clavos para madera de 6 pulgadas	Kg.	4,00	5,50	22,00
15.02	Clavos para madera de 5 pulgadas	Kg.	5,00	5,50	27,50
15.03	Clavos para madera de 2.5 pulgadas	Kg.	3,00	4,50	13,50
15.04	Clavos con cabeza para Eternit	Kg.	5,00	7,35	36,75
15.05	Ganchos para Eternit	U	320,00	1,10	352,00
	Costo directo				S/. 45.075,22

SON : CUARENTICINCO MIL SETENTICINCO Y 22/100 NUEVOS SOLES

S/. 45.075,22

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Como parte final del presente trabajo, luego de un proceso de recopilación de información básica, mediante encuesta y entrevistas, verificación de datos, contrastación de resultados, y aplicando la metodología acotada al inicio de la investigación, se presenta las siguientes conclusiones:

6.1. CONCLUSIONES.

1. El programa COBE-Cayaltí, representa un proyecto experimental único en su género a nivel nacional, basado y enmarcado en tres objetivos básicos:
 - a) El de abordar la inseguridad, precariedad y demanda de la vivienda.
 - b) La de fomentar la autoconstrucción responsable, con el empleo de materiales mejorados, reforzados y preparados para un mejor comportamiento frente a los fenómenos naturales, y
 - c) La de canalizar las investigaciones y trabajos experimentales que surgieron como una corriente a nivel mundial, precisamente para minimizar dichos daños.

La elección, a nuestro entender, de la ciudad de Cayaltí, para la aplicación del Programa Piloto COBE, tuvo implicancias y prioridades técnicas constructivas y experimentales, más que razones de responder a situaciones de emergencia y asistencia social. Siendo la demanda de vivienda una característica de la problemática habitacional en nuestro país, como Programa Piloto se vio en Cayaltí, una locación con características idóneas para el buen desarrollo del programa: canteras propicias para la provisión de suelo apto para la elaboración de los bloques estabilizados, la abundancia y cercanía de los materiales complementarios de esta nueva propuesta (caña, carrizo).

2. La propuesta del conjunto como habilitación urbana fue adecuada, promovió para ese entonces una ocupación planificada, coherente y con suficiente espacio para la recreación y esparcimiento, propiciando la circulación peatonal antes que la vehicular, la misma que se dispuso de manera perimetral con estacionamientos en bloque. El lote normativo de 160 m², ponderó un módulo de vivienda equilibrada y funcional, adecuando los espacios a los usos y costumbres de ese entonces. No sucedió lo mismo con las áreas interiores de los ambientes, resultando muy pequeños, como lo manifestaron a través de las encuestas

(sala-comedor, cocina, baño), esto dio lugar a que los usuarios realizaran algunas modificaciones al interior para contrarrestar esta demanda.

Por otro lado se restringió este aspecto, con el diseño original del modulo de vivienda que contempla muros portantes medianeros (vivienda pareada), esto, condicionó y limitó el crecimiento o ampliación de la misma, de ahí que tan solo dos viviendas de las 100 fueron demolidas en su totalidad para dar paso a una estructura nueva de material noble

3. La propuesta constructiva del programa COBE (Construcción con bloque estabilizado), presentó una tecnología mejorada que durante el proceso de ejecución, difundió el sistema empleando mano de obra local, sin embargo no hay registro que dicha tecnología haya sido replicada en la zona, ni pueblos aledaños u otra jurisdicción de nuestro territorio nacional. Se asume que esto se deba al costo y a la dificultad para conseguir, el asfalto, uno de los componentes para la preparación del barro, y la elaboración de los bloques o adobes, o la escasez de otro elemento (caña o carrizo).
4. Se verificó que los parques se encuentran abandonados, ausencia de área verde, y precario equipamiento de juegos infantiles, sumado a esto el servicio de agua es esporádico y el recojo de basura ínter diario, no es eficiente. No existe un plan de arborización ni conservación del medio ambiente. Atendiendo esta situación se desarrollaron propuestas arquitectónicas, como aporte y proyección social por parte de los autores. Contribución que busca mejorar el nivel de vida y la salud de la población.
5. Se observó que, en cuanto al confort es notorio la calidad del adobe en términos de su adaptabilidad para generar un clima fresco en tiempos calurosos y abrigo en invierno. Las dimensiones de la unidad de adobe (36cm.x36cm), incrementa con mayor eficiencia la propiedad térmica de los muros.
6. Desde el año 1976, año de la construcción de las cien viviendas con adobe estabilizado, no se ha producido fenómeno telúrico, por lo que las viviendas construidas con adobe estabilizado y refuerzo de caña, no han sido expuestas durante su vida útil (35años), a sollicitaciones sísmicas de regular y alta intensidad. Hecho que hubiera puesto a prueba su comportamiento a estos efectos. Sin embargo durante los fenómenos de “El Niño”, de los

- años 1983 y 1998, se registró lluvias intensas que produjeron inundaciones de gran magnitud a las que las viviendas tuvieron buen comportamiento
7. Se determinó que el principal defecto constructivo de estas viviendas, es la cobertura del techo, no tuvieron buen comportamiento, las lluvias terminaron por horadar la torta de barro, y parte de los remates del mismo, para dar paso a filtraciones que afectaron la estera y la caña, causando desprendimiento del cielo raso de yeso.
 8. Se logró desarrollar una metodología de evaluación de las viviendas del programa COBE - Cayaltí 1976, consistente en una serie de eventos, que permitieron obtener información del estado actual de las viviendas, modus vivendi de los usuarios, encuestas, entrevistas, toma de muestra de los bloques estabilizados para ensayos correspondientes, finalmente observar el comportamiento que han tenido las viviendas frente a los fenómenos naturales.
 9. Según las encuestas se puede afirmar, que a pesar de ser un sistema constructivo innovador, la mayoría de los usuarios, manifiestan su conformidad con la vivienda, el confort dado por la naturaleza y adaptabilidad de los materiales, la calidad, dureza e impermeabilidad de los muros, la funcionalidad de sus espacios y la buena disposición de las áreas libres.
 10. Los bloques estabilizados elaborados, para la construcción de las viviendas en Cayaltí, en el año 1976, fueron sometidos a ensayo de compresión simple, obteniéndose los resultados, que se muestran en el siguiente cuadro, cuyo promedio de las cuatro muestras es de: 21 Kg. /cm².

N° DE ORDEN Y MARCA DEL ADOBE	FECHA DE FABR.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL ADOBE EN DIAS	CARGA DE ROTURA EN Kg/T	RESIST A LA COMPRESION Kg/cm ²
1 - ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	-----	04/06/2012	-----	30,750	21
2 - ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	-----	04/06/2012	-----	17,250	20
3 - ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	-----	04/06/2012	-----	15,750	22
4 - ADOBE ESTABILIZADO AL 2% CON ASFALTO	-----	04/06/2012	-----	9,250	21

La Norma E-080 Adobe, en el artículo 8, Esfuerzos admisibles, precisa que para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos:

* Resistencia a la compresión de la unidad: $f_o = 12 \text{ Kg./cm}^2$

Por lo tanto, los resultados obtenidos están sobre el valor mínimo que establece la norma para el adobe.

11. Los bloques estabilizados, también fueron sometidos a ensayo de absorción, cuyo resultado se muestra en el siguiente cuadro, donde se observa que en 48 horas sólo absorbió 2%, lo que ratifica lo expresado por los moradores, del buen comportamiento ante la humedad.

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE ADOBE EN %

1.- Pozo - muestra	M-1	M-2
2.- N° de frasco	-	-
3.- Peso muestra natural gr.	1015,72	989,98
4.- Peso de muestra saturada 24 horas gr.	1031,73	1005,04
5.- Peso de muestra saturada 48 horas gr.	1037,16	1008,66
6.- Peso de agua a las 24 horas gr.	16,01	15,06
7.- Peso de agua a las 48 horas gr.	21,44	18,68
8.- % de absorcion 24 horas	1,58	1,52
9.- % de absorcion 48 horas	2,11	1,89
% PROMEDIO a las 24 hrs.	1,55	
% PROMEDIO a las 48 Hrs.	2,00	

Del informe N ° 78-2011-FICSA-LMS, en el cuadro de resultados, se puede observar, que las dos (02) muestras, a las 24 horas, de permanecer saturada, sólo absorben en promedio: 1.55 %; pasado las 48 horas las muestras absorben: 2.00% en peso.

El resultado de laboratorio, confirma que los adobes estabilizados con asfalto, son consistentes y tienen buena performance ante la humedad, tienen característica o propiedad de ser impermeable.

Las muestras del adobe común, fueron sometidas a los ensayos de compresión simple y absorción, cuyos resultados se muestran a continuación:

N° DE ORDEN Y MARCA DEL ADOBE	FECHA DE FABR.	FECHA DEL ENSAYO	EDAD DEL ADOBE EN DIAS	CARGA DE ROTURA EN Kg/f	RESIST A LA COMPRESION Kg/cm ²
1 - ADOBE COMÚN	-----	04/06/2012	-----	11,750	17
2 - ADOBE COMÚN	-----	04/06/2012	-----	9,250	17
3 - ADOBE COMÚN	-----	04/06/2012	-----	9,500	17
4 - ADOBE COMÚN	-----	04/06/2012	-----	10,250	19

Del cuadro de resultados, se puede observar, que las cuatro muestras, de adobe común, ensayadas a compresión simple, dan como resultado promedio:

$$(70 \text{ Kg./cm}^2)/4= 17.50 \text{ Kg./cm}^2$$

La Norma E-080 Adobe, en el artículo 8, Esfuerzos admisibles, precisa que para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos:

* Resistencia a la compresión de la unidad: $f_o = 12 \text{ Kg./cm}^2$

Entonces, el resultado promedio obtenido, se encuentra por sobre el mínimo especificado por la norma correspondiente, lo que indica que el adobe ensayado, tiene buen comportamiento a la compresión, y los materiales empleados en su elaboración, cumplirían con las recomendaciones establecidas al respecto

El ensayo a la absorción, a las 24 horas y 48 horas respectivamente, dieron como resultado los siguientes porcentajes:

Resultado del ensayo de absorción a las 24 horas, en promedio es: 35.79%

Resultado del ensayo de absorción a las 48 horas, en promedio es: 39.24%

Estos resultados confirman que, los adobes comunes son vulnerables ante la humedad y más aún a las inundaciones

12. Elaborado el presupuesto del módulo de vivienda, de las mismas características del prototipo Cayaltí; se obtiene los siguientes resultados:

La edificación del módulo de vivienda con adobe estabilizado, reforzado con caña horizontal y verticalmente, tendría el siguiente costo directo:

CUARENTITRES MIL DOSCIENTOS SETENTA Y 87/100 NUEVOS SOLES.
(S/. 43,270.87).

Como cada vivienda tiene 83.98 m^2 , de área construida, el precio del metro cuadrado de la construcción sería: S/. 515.25/ m^2 .

La edificación de la vivienda construida con adobe común, de las mismas características del módulo de la vivienda en evaluación, tendría el siguiente costo directo:

TRENTITRES MIL TRENTISEIS Y 31/100 NUEVOS SOLES.
(S/. 33,036.31).

Como cada vivienda tiene 83.98 m^2 , de área construida, el precio del metro cuadrado de la construcción sería: S/. 393.38/ m^2 .

La edificación del módulo de vivienda con adobe común, reforzado con mallas de polipropileno o geomallas, tendría el siguiente costo directo:

CUARENTICINCO MIL SETENTICINCO Y 22/100 NUEVOS SOLES.

(S/. 45, 075. 22)

El precio unitario del metro cuadrado de la construcción sería: S/. 536.74/m², que es superior al precio de las viviendas construidas con adobes estabilizados, reforzados con caña y/o carrizo.

13. En términos generales, el nivel de aceptación de la vivienda con adobe estabilizado, reforzado con caña y/o carrizo, es de buen resultado; habiendo presentado buen comportamiento ante la humedad y las inundaciones, y continúan prestando servicio a satisfacción de sus ocupantes, con algunas deficiencias menores.
14. De acuerdo a la evaluación efectuada, concordando con la opinión de los usuarios, la construcción de viviendas con adobe estabilizado, Programa piloto COBE Cayaltí, han presentado bondades, como el buen comportamiento ante la humedad, propiedad térmica, que en verano mantiene ambientes frescos, y en invierno conserva temperatura adecuada, dando confort a los ocupantes; también tiene propiedad acústica, y contribuye a la preservación de la salud; por lo que se podría validar al proyecto para su ejecución en otra jurisdicción.

6.2. RECOMENDACIONES.

1. Las propuestas urbanísticas y arquitectónicas, por lo general, se realiza en gabinete sin tener en consideración el público objetivo, es indispensable que dichas propuestas sean evaluadas y socializadas, esto evitaría a futuro, problemas de adecuación de los usuarios, quienes no esperan pasar mucho tiempo para realizar modificaciones en sus viviendas. Así mismo, recomendar la propuesta de un reglamento, como parte normativa interna, que determine con claridad los parámetros arquitectónicos y limitaciones que todo beneficiario deba cumplir, con la finalidad de controlar el uso e impedir la invasión de áreas libres comunes.
- 2.- En la evaluación practicada, habiendo transcurrido treinta y cinco años, no se ha registrado información sobre las evaluaciones realizadas, por lo que se recomienda, que las

instituciones involucradas en el sector vivienda, específicamente, en programas de investigación, planifiquen monitoreos o inspecciones permanentes, que permita ir evaluando no solamente la parte física estructural de la vivienda, sino también el componente social para quien fue dirigida.

- 3.- Que, habiéndose verificado el buen comportamiento de los muros a base de bloques estabilizados, ante la humedad y las inundaciones que causó el fenómeno de “El Niño” de los años 1983 y 1998, se debería recomendar el uso de estas construcciones en otras zonas o jurisdicciones.
4. Analizando la principal falla detectada en estas edificaciones (filtraciones por el techo), el bagacillo utilizado en la preparación del barro para el techo, habría contribuido a las filtraciones, por lo que se recomienda prescindir de este material, más bien incrementar el porcentaje de asfalto sin adicionar otro componente.
5. Los adobes utilizados para las construcciones de viviendas, para ser reforzados con mallas de polipropileno o geomallas, no tendrían buen comportamiento ante la humedad, están preparados, fundamentalmente, para resistir la acción sísmica, por lo que se recomienda el uso de un porcentaje de asfalto (porcentaje en peso), en la elaboración de los adobes
6. Que, los Gobiernos Regionales y Locales, promuevan programas de vivienda con materiales no convencionales, sobre todo en el ámbito rural con la finalidad de afianzar las investigaciones y promover la capacitación y la autoconstrucción.
- 7.- Que, el resultado de los programas pilotos de investigación o experimentales, deben ser difundidos a nivel de las Universidades, Municipalidades, y en todas las instituciones involucradas en el problema de la vivienda; más aun tratándose de soluciones experimentales que se orientan a los sectores más necesitados y deprimidos.
8. Que, en las construcciones de viviendas de carácter experimental, las intervenciones que realicen los usuarios, con la finalidad de modificar, reparar o cambiar de uso; practicarlo, previa las consultas correspondientes con un profesional de la especialidad de ingeniería, por tratarse de un sistema constructivo no convencional y experimental.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Alonso Ponga, J. L. "La Arquitectura de Barro". Junta de Castilla y León. Consejería y Bienestar Social. 1989. Castilla y León, España.
- 2.- Banco Central de Reserva del Perú. Memoria año 1977, Anexo XVI Tipo de Cambio del Sol Peruano, Pagina 143. Lima-Perú.
- 3.- Bernilla C. P. "Investigación de los Aspectos de elaboración y aplicación de Bloques" (COBE), Cayalti 1976. Tesis de Grado Facultad de Ingeniería Civil UNPRG. 1976. Lambayeque-Perú.
- 4.- Campana, Cristóbal. "La Vivienda Mochica". Varese. S. A. 1era. Edición. 1983. Trujillo, Perú.
- 5.- Campana Cristóbal. "Tecnologías Constructivas de Tierra en la Costa Norte Prehispánica". Instituto Nacional de Cultura. 2000. La Libertad, Perú.
- 6.- CERESIS, "Reforzamiento Sismo-Resistente de Viviendas de Adobe Existentes en la Región Andina", 2000. Lima, Perú.
- 7.- Chalón, P. F. "El Arte de Construir de los Antiguos Peruanos". 1982. Lima.: Garland y Henriod. Perú.
- 8.- Chugar, I. & De Oliveira, M., "Metodología para la evaluación post-ocupación de viviendas populares". Publicación: CONHISREMI, Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico, Volumen 4, Número 3, 2008. Lima, Perú.
- 9.- Departamento de Estructuras y Construcción, Universidad Nacional de Ingeniería "Informe de avance de la Investigación sobre Construcciones de Adobe". UNI. 1971. Lima-Perú.
- 10.- Doat, P., Hays, A., Houven, H., Matuk, S. "Construir con Tierra". Traducción del francés. Sánchez, C.E., Ospina, C.A. Editorial Fondo Rotatorio. Editorial Enda Fedevivienda. 1990. Bogotá, Colombia.
- 11.- Etchebarne, R. "Casas de Tierra". Unidad Regional de Estudios y Gestión Del Habita. Universidad de la Republica Uruguay. 2002. Salto, Uruguay.
- 12.- García Bryce, José. "La Arquitectura en el Virreinato y la Republica". En Historia del Perú. Tomo IX. Procesos e Instituciones. Editorial. Juan Mejía Baca. 1982. Lima. Perú.
- 13.- Gonzáles de la Cotera, M. "Construcciones con adobe". Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. 1995. Lima, Perú.
- 14.- Guanilo García, Horacio A. "Estudio de Muros de Adobe Sometidos a Cargas Horizontales." – Parte 5 (b), Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. 1,974. Lima, Perú.
- 15.- GTZ.-COSUDE. Vivienda Sismorresistente de Adobe Reforzado con Malla Polipropileno (PP). Expediente Técnico. 2008. Lima, Perú.
- 16.- Gutiérrez Aliaga, L; Manco Rivera, M. "Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú. Contribución a la enciclopedia mundial de vivienda". Tesis de Ingeniería Civil, Pontificia Universidad La Católica del Perú. 2006. Lima-Perú.

- 17.- INEI. “Censos Nacionales: IX de Población y IV de Vivienda”, Instituto Nacional de Estadística e Informática, 1993 y 2007. Lima, Perú.
- 18.- Loaiza, Cesar, “Caracterización de las construcciones de vivienda en el Perú- Información para la Enciclopedia Mundial de las Construcciones de Vivienda en Áreas Sísmicas”, PUCP, 2002. Lima, Perú.
- 19.- Meza C, J. “Edificaciones Saludables de Tierra Estabilizada”. Dirección de Investigación y Normalización – SENCICO. 2003. Lima-Perú.
- 20.- MINCHOLA HARO, Carlos E. Estudio de Muros de Adobe Sometidos a Cargas Horizontales- Parte 5 (a), Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. 1,974. Lima, Perú.
- 21.- Ministerio de Vivienda. Sencico. Refuerzo de Geomalla en edificaciones de adobe - Anexo 1 de Norma Técnica E.080 Adobe, del Reglamento Nacional de Edificaciones. 2007. Lima. Perú.
- 22.- Morales, R.; Cabrejos, R; Rengifo, L; Candiotti, C. Manual para la construcción de viviendas de adobe. CISMID-FIC-UNI. Lima 1993.
- 23.- Quiun L, D.; San Bartolomé, A; Zegarra L.; Giesecke, A. “Adobe Reforzado con mallas de alambre: ensayos de simulación sísmica y Aplicación a construcciones reales.” 2001. Lima – Perú.
- 24.- Santisteban L. L. “Análisis de Costos y Presupuestos en la Elaboración, Construcción y Aplicación de los Bloques Estabilizados con Asfalto en Viviendas de Tipo Económico en la Cooperativa de Cayalti” (COBE)”. Tesis de Grado Facultad de Ingeniería Civil UNPRG.1977. Lambayeque-Perú.
- 25.- SENCICO: “Lineamientos básicos para la construcción de viviendas de adobe con refuerzo de geomalla”. Publicación Sencico. 2009. Lima-Perú.
- 26.- SENCICO: “Construyendo con adobe mejorado: Adobe reforzado con caña. Publicación Sencico. 2006. Lima, Perú.
- 27.- SENCICO. “Construcción de Módulos Básicos de Vivienda en Adobe Reforzado”, Convenio PNUD-SENCICO, 2003. Arequipa, Perú.
- 28.- SENCICO: “Mejores casas de adobe” Publicación. Sencico. 2001. Lima. Perú.
- 29.- SENCICO: “Reglamento Nacional de Construcciones. Norma Técnica de Edificación NTE E.080 Adobe”. Publicación. Sencico. 2000. Lima. Perú.
- 30.- SENCICO: “Nuevas Casas resistentes de adobe” Publicación Sencico. 1993. Lima- Perú.
- 31.- SENCICO: “Seminario Latinoamericano de Construcciones de Tierra en Áreas Sísmicas”. Publicación Sencico. 1993. Lima-Perú.
- 32.- SENCICO: “Seminario sobre Sistemas Constructivos Tradicionales: Adobe y Quincha”. Publicación Sencico. 1985. Lima-Perú.
- 33.- TORREALVA, D. “Caracterización de daños en construcciones de adobe.” PUCP. 2003. Lima-Perú.

- 34.- TORREALVA, D. “Serie cuadernos de adobe, caracterización de daños en construcciones de adobe.” 2003. Lima-Perú.
- 35.- Universidad Católica del Perú. “Construcción de casas saludables y sismorresistentes de adobe reforzado con geomallas”. Ing. Julio Vargas Neumann, Ing. Daniel Torrealva, Ing. Marcial Blondet. PUCP. 2007. Lima-Perú.
- 36.- Universidad Católica del Perú. “Caracterización de las construcciones de vivienda en el Perú- Información para la Enciclopedia Mundial de las Construcciones de Vivienda en Áreas Sísmicas”. Loaiza, Cesar, PUCP. 2002. Lima, Perú.
- 37.- Universidad Católica del Perú. “Estabilización de las construcciones de adobe existentes en los países andinos”. Cooperación Técnica Alemana. (GTZ), Centro Regional de Sismología para América del Sur. (CERESIS), PUCP. 2001. Lima, Perú.
- 38.- Universidad Católica del Perú. “Técnicas para el reforzamiento sísmico de viviendas de adobe”. Ing. Luis Zegarra Ciquero, Ing. Daniel Quiun Wong, Ángel San Bartolomé. PUCP. 1999. Lima, Perú.
- 39.- Universidad Nacional de Ingeniería. “Manual para la construcción de viviendas de adobe”. Ing. Roberto Morales Morales, Dr. Rafael Torres Cabrejos, Ing. Luis A. Rengifo, Carlos Irala Candiotti. UNI. CISMID. 1993. Lima-Perú.
- 40.- Universidad Nacional de Ingeniería. “Diseño sísmico de construcciones de adobe y bloque estabilizado-Primera parte. Propuesta de normas de diseño de construcciones de adobe y bloque estabilizado”. Dr. Ricardo Yamashiro, Ing. Alejandro Sánchez, Ing. Roberto Morales. UNI. 1977. Lima, Perú.
- 41.- Universidad Nacional de Ingeniería. “Diseño sísmico de construcciones de adobe y bloque estabilizado”. Segunda parte. Un procedimiento de diseño de construcciones de adobe. Ing. Roberto Morales, Ing. Alejandro Sánchez, Doctor Ricardo Yamashiro. UNI. 1977. Lima, Perú.
- 42.- Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco. “Problemática de las construcciones de adobe en la Región Cuzco”. UNSAAC. 1980. Cuzco. Perú.
- 43.- Vargas N., J; Torrealva, D.; l Blondet, M. “Construcción de Casas Saludables y Sismorresistentes de Adobe Reforzado con Geomallas (zona de la Costa)”. Pontificia Universidad Católica (PUCP). Dic. 2007. Lima-Perú.
- 44.- Vargas N., J; Torrealva, D.; l Blondet, M. “Construcción de Casas Saludables y Sismorresistentes de Adobe Reforzado con Geomallas (zona de la Sierra)”. Pontificia Universidad Católica” (PUCP). Dic. 2007. Lima-Perú.
- 45.- Williams, C. “Arquitectura y urbanismo en el antiguo Perú. En Historia del Perú. Tomo VIII. , Editorial Juan Mejía Baca. 1981. pp. 367 - 585. Lima-Perú.
- 46.- Zarate A, E; Chirinos C, H. “Historia de la construcción en Lambayeque. Periodos prehispánico y virreinal” Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería. 2,011. Lima, Perú.
- 47.- Zegarra L, Quiun D, San Bartolomé A y Giesecke A, “Reforzamiento de viviendas de adobe existentes. 1ra. Parte. Ensayos sísmicos de muros U” y “Reforzamiento de viviendas de adobe existentes. 2da. Parte: Ensayos sísmicos de módulos” Colegio de Ingenieros del Perú, Ponencias, XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil, 1997. Trujillo, Perú.

ENLACES DE PÁGINA WEB.

- a. Arqueología del Perú: www.arqueologiadelperu.com.ar/chanchan.htm
- b. Historia del Perú: www.lahistoriadelperu.com/2010/04/cultura-sican-lambayeque.html
- c. <http://www.unidadejecutoranaylamp.gob.pe/proyectos.html>
- d. Literatura en Lambayeque: [literaturaenlambayeque.blogspot.com/.../origen- e- historia-de-la-ciudad...;](http://literaturaenlambayeque.blogspot.com/.../origen-e-historia-de-la-ciudad...)
- e. Welcome peru travel: www.welcomeperutravel.com/espanol/turismo-en.../senor-sipan.htm
- f. Cultura Lambayeque: http://es.wikipedia.org/wiki/Cultura_Lambayeque
- g. Huaca Rajada Sipan: www.chiclayoyalrededores.com
- h. El Misterio de las Pirámides Peruanas:
<http://www.bibliotecapleyades.net/arqueologia/tucume.htm>
- h₁. Historia de la Cultura Mochica:
www.historiacultural.com/2008/02/intermedio-temprano_22.html
- h₂. Wiki.sumaqueru.com/es/Cultura-Mochica
- i. COFOPRI: www.cofopri.gob.pe/pdpu/pdf/01%20ResumenEjecutivo.pdf
- j. <http://www.pucp.edu.pe/documento/publicaciones/construccion-de-casas-saludables-y-sismoresistentes-de-adobe-reforzado-zona-de-la-costa.pdf>
- k. <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp#proporcion>
- l. [Población y Muestra - SlideShare; www.slideshare.net/Prymer/poblacion-y-m...](http://www.slideshare.net/Prymer/poblacion-y-m...)
- m. http://augusta.uao.edu.co/moodle/file.php/284/correccion_por_poblacion_finita.pdf
- n. <http://www.unsaac.edu.pe/investigacion/iiur/>
- o. <http://util.peru.com/preincas/costa/chimu/ubicacion.htm>
- p. Cultura Chimú : http://es.wikipedia.org/wiki/Cultura_Chim%C3%BA