

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE,
SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E.; EN LA LOCALIDAD DE
RANCHA, AYACUCHO - 2013”**

**Tesis para obtener el Título Profesional de:
INGENIERO AGRÍCOLA**

**Presentado por:
HÉCTOR GÓMEZ LLACCCHO**

AYACUCHO – PERÚ

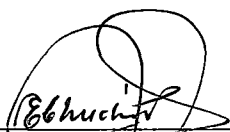
2015

tesis
IAG 47
Gom
Gj. 1

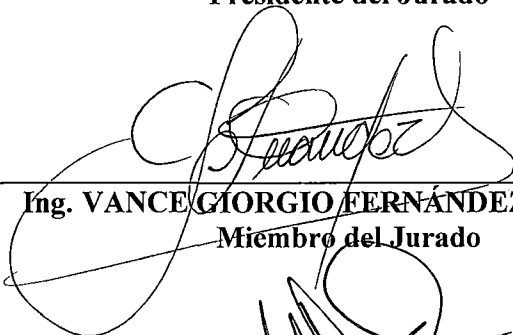
**"EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE,
SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E.; EN LA LOCALIDAD DE
RANCHA, AYACUCHO - 2013"**

Recomendado : 26 de marzo de 2015

Aprobado : 13 de abril del 2015



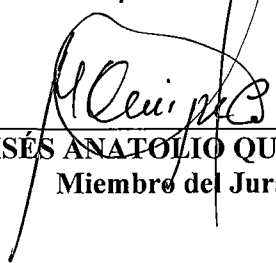
Ing. EFRAÍN CHUCHÓN PRADO
Presidente del Jurado



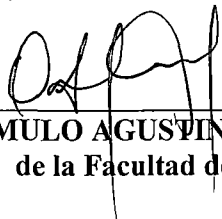
Ing. VANCE GIORGIO FERNÁNDEZ HUAMÁN
Miembro del Jurado



Ing. EDUARDO PACORI QUISPE
Miembro del Jurado



Ing. MOISÉS ANATOLIO QUISPE CADENAS
Miembro del Jurado



Dr. ROMULO AGUSTÍN SOLANO RAMOS
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

A mis señores padres y hermanos,
por el infinito e incansable apoyo;
para el logro de mi profesión, con
amor y gratitud por su sacrificio,
orientación y confianza.

A mis amigos(as) y compañeros(as)
con quienes compartimos momentos gratos
durante el lapso en la Universidad.

A los señores docentes,
quienes me brindaron e
inculcaron su conocimiento en
mí, durante mi formación
profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA, alma máter, forjadora de profesionales, que vienen aportando al desarrollo de nuestra región y la nación.

La facultad de Ciencias Agrarias, por haberme acogido en sus aulas, para el logro de mi formación profesional.

La Escuela de Formación Profesional de INGENIERÍA AGRÍCOLA, por brindar los conocimientos necesarios en mi formación profesional y así mismo para aplicarlos en la realización de este trabajo, también el reconocimiento especial hacia a la plana de docentes.

Ing. Vance G. Fernández Huamán, por su valioso tiempo empleado en el asesoramiento del presente trabajo.

Sin olvidar, a todas aquellas personas que de una u otra forma han compartido mi vida durante el transcurso de estos últimos años, mi más sincero agradecimiento a su comprensión, estímulo y ayuda, ya que a todos son parte de mi vida.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación comprende la evaluación técnica de las construcciones de adobe, según la norma E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones en el localidad de Rancho,

Es de gran importancia tener conocimiento el comportamiento estructural de las edificaciones con adobe, para esto se utilizó el software *ETABS 2013*; permitiendo estudiar la tendencia del comportamiento de la estructuras bajo solicitaciones sísmicas y evaluar los resultados.

El desconocimiento o poca familiarización con la Norma Técnica Peruana E.080 de adobe puede generar problemas durante el proceso constructivo con el adobe. Es por ello, la importancia de la investigación radica en proponer un diseño modelo de bajo costo en su construcción y que brinde seguridad ante eventos sísmicos. En la zona del proyecto se hallan construcciones muy vulnerables en la ubicación, la arquitectura y las estructuras, por lo cual no garantizan la resistencia a un movimiento sísmico (terremoto).

Las fallas de las estructuras de adobe no reforzada, debido a sismos, son frágiles, usualmente la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla del amarre de los muros en los esquinas, empezando por la parte superior, este a su vez aísla los muros, unos de otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral produciendo el desplome del mismo fuera de su plano.

Finalmente se demuestran, según cálculos en los diseños de la falla de estructura; por corte y por flexión de muros de adobe reforzado y los diseños de la armadura de madera; que obedecen al regimiento de la norma técnica del Reglamento Nacional de Edificaciones, cuyo dimensionamiento estructural adecuado, materiales bajo control de calidad y el proceso constructivo.

INDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
CAPÍTULO I	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Perú: país sísmico	6
1.3 comportamiento sísmico de las viviendas de adobe	8
1.4 La vivienda de adobe en el Perú	11
1.5 Marco normativo	12
1.5.1 Alcance	12
1.5.2 Requisitos generales	13
1.5.3 Definiciones	14
1.5.3.1 Adobe	14
1.5.3.2 Adobe estabilizado	14
1.5.3.3 Mortero	15
1.5.3.4 Arriostre	15
1.5.3.5 Altura de muro	15
1.5.3.6 Largo efectivo	15
1.5.3.7 Esbeltez	15
1.5.3.8 Muro arriostrado	15
1.5.3.9 Extremo libre de muro	16

1.5.3.10	Vigas collar o soleras	16
1.5.3.11	Contrafuerte	17
1.5.4	Unidad o bloque de adobe	17
1.5.4.1	Requisitos generales	17
1.5.4.2	Formas y dimensiones	18
1.5.4.3	Recomendaciones para su elaboración	19
1.5.5	Comportamiento sísmico de las construcciones de adobe	22
1.5.5.1	Comportamiento sísmico de las construcciones de adobe	22
1.5.5.2	Fuerzas sísmicas horizontales	23
1.5.5.3	Comportamiento del adobe frente a cargas verticales	24
1.5.5.4	Protección de las construcciones de adobe	27
1.5.6	Sistema estructural	27
1.5.6.1	Cimentación	28
1.5.6.2	Muros	30
1.5.6.3	Elementos de arriostre	33
1.5.6.4	Refuerzos especiales	34
1.5.6.5	Techos	38
1.5.7	Morteros	41
1.5.7.1	Mortero Tipo I	41
1.5.7.2	Mortero Tipo II	41
1.5.8	Esfuerzos admisibles	42
1.5.8.1	Resistencia a la compresión de la unidad	42
1.5.8.2	Resistencia a la compresión de la albañilería	43
1.5.8.3	Resistencia a la compresión por aplastamiento	44
1.5.8.4	Resistencia a la corte de la albañilería	44
1.5.9	Diseño de muros	45
1.5.9.1	Diseño de muros longitudinales	45

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1	Descripción de la zona de proyecto	47
2.1.1	Generalidades	47

2.1.2	Ubicación del proyecto	48
2.2	Materiales y equipos	51
2.2.1	Materiales	51
2.2.2	Equipos y herramientas	51
2.3	Métodos	52
2.3.1	Fase de campo	52
2.3.1.1	Evaluación de las viviendas de adobe	52
2.3.1.2	Excavación de calicatas	57
2.3.2	Fase de laboratorio de mecánica de suelos.	59
2.3.3	Fase de gabinete	62

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1	Resultados	64
3.1.1	Resultados del ensayo de laboratorio de mecánica de suelos.	64
3.1.2	Resultados del procesamiento en gabinete	67
3.1.3	Resultados del procesamiento en software Etabs 2013	72
3.2	Discusiones	75

CAPÍTULO IV

4.00	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
4.1	Conclusiones.	78
4.2	Recomendaciones	80

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ENSAYO ESTANDARES DE MECÁNICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACIÓN.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES E.080
(ADOBE).

PLANOS (ARQUITECTURA, ESTRUCTURA Y DETALLES)

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Nº 01 Factor según el tipo de suelo.	24
Nº 02 Factor según el tipo de las edificaciones.	24
Nº 03 Coeficiente según las zonas sísmicas.	24
Nº 04 Esbeltez, arriostres y altura del muro.	35
Nº 05 Distribución de las viviendas de acuerdo al material y el número de pisos.	52
Nº 06 Distribución del tipo de cimentación de las construcciones de adobe.	54
Nº 07 Tipos de cobertura.	55
Nº 08 Daños y/o rajaduras en las viviendas de adobe.	55
Nº 09 Clasificación de perfil del suelo.	57
Nº 10 Resultados de los ensayos estándares.	64
Nº 11 Resultados y clasificación de los suelos.	64
Nº 12 Resultados de capacidad de carga admisible sin mejoramiento.	65
Nº 13 Resultados de capacidad de carga admisible con mejoramiento.	65
Nº 14 Resultado de asentamiento de la cimentación sin mejoramiento.	66
Nº 15 Resultado de asentamiento de la cimentación con mejoramiento.	66
Nº 16 Resultados de la capacidad admisible de la cimentación con mejoramiento.	67
Nº 17 Factor de zona (Norma E.030).	68
Nº 18 Parámetros de suelo (Norma E.030).	68
Nº 19 Categoría de edificaciones (Norma E.030).	69
Nº 20 Sistema estructural (Norma E.030).	69
Nº 21 Parámetro para el cálculo de esfuerzos sísmicos.	69
Nº 22 Costo de construcción de vivienda.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Nº 01	Sección transversal de las placas Nazca y Sudamericana. 7
Nº 02	Distribución de terremotos en la zona central del Perú. 8
Nº 03	Tipos de falla en viviendas de adobe (Blondet). 9
Nº 04	Deficiencias sísmicas de albañilería de adobe. 11
Nº 05	Típica vivienda de adobe en el Perú (fuente propia). 12
Nº 06	Ubicaciones inadecuadas para viviendas. 14
Nº 07	Mortero con distintas mezclas de paja y suelo. 15
Nº 08	Viga collar en todos los muros. 16
Nº 09	Detalle de viga collar. 16
Nº 10	Viga collar en intermedios de los muros. 17
Nº 11	Humedecimiento del suelo para la elaboración del adobe. 18
Nº 12	Preparado del barro agregando paja. 18
Nº 13	Molde o gavera para adobes. 19
Nº 14	Dimensiones más recomendables. 19
Nº 15	Llenado del barro a la adobera. 20
Nº 16	Elaboración de adobe. 20
Nº 17	Secado de adobe. 21
Nº 18	Empilado de adobe. 21
Nº 19	Adobes deficientes. 21
Nº 20	Prueba de resistencia del adobe. 22
Nº 21	Dimensiones considerables en un muro. 23
Nº 22	Zonas Sísmicas. 27
Nº 23	Sección de la cimentación. 29
Nº 24	Cimentación con mortero tipo II. 29
Nº 25	Sobrecimiento con concreto simple. 30
Nº 26	Muro reforzado con caña o similar vertical y horizontal. 31
Nº 27	Muro sin refuerzo vertical adobes de sección cuadrada. 31
Nº 28	Emplantillado de los adobes y medios adobes. 32
Nº 29	Tipos de amarre en encuentros de muros de adobe con o sin 32

	refuerzo.	
Nº 30	Dimensionamiento en los muros.	33
Nº 31	Colocación de las cañas horizontales y verticales.	36
Nº 32	Colocación de las cañas verticales en el sobrecimiento.	36
Nº 33	Corte y colocación de las mallas.	37
Nº 34	Columnas y vigas de concreto armado.	38
Nº 35	Sistema estructural del techo.	39
Nº 36	Sistema estructural del tijeral.	40
Nº 37	Vigas y viguetas del techo.	40
Nº 38	Acabado final del techo de una vivienda.	40
Nº 39	Pilas de adobe aún frescas luego de su construcción.	44
Nº 40	Máquina de ensayo de compresión axial.	44
Nº 41	Máquina de ensayo de compresión diagonal.	45
Nº 42	Ensayo de compresión axial.	46
Nº 43	Ensayo de compresión diagonal.	46
Nº 44	Vista satelital de la localidad de Ranca; mediante Google Earth.	49
Nº 45	Mapa de Ubicación y Localización de la zona de estudio.	50
Nº 46	Vista panorámica de la localidad de Ranca.	51
Nº 47	Tipos de viviendas de acuerdo al material de construcción.	53
Nº 48	Tipos de viviendas porcentuales de acuerdo al material de construcción.	53
Nº 49	Distribución porcentual del tipo de cimentación.	54
Nº 50	Tipos de cobertura porcentual.	55
Nº 51	Daños y/o rajaduras porcentuales en las viviendas de adobe.	56
Nº 52	Grieta vertical y diagonal en vivienda de un piso en el sector I.	56
Nº 53	Grieta vertical y diagonal en vivienda de dos pisos en el sector II.	56
Nº 54	Exploración de calicata en el sector I.	57
Nº 55	Fondo de calicata a una profundidad de 3.00 m. en el sector I.	58
Nº 56	Exploración de calicata en el sector II.	58
Nº 57	Fondo de calicata a una profundidad de 3.00 m. en el sector II.	58

Nº 58	Zona de falla bajo la cimentación.	60
Nº 59	Vista de planta de vivienda propuesta.	71
Nº 60	Vista de corte lateral de vivienda propuesta.	71
Nº 61	Comportamiento virtual de una vivienda.	72
Nº 62	Eje X1; esfuerzo cortante.	72
Nº 63	Eje X2; esfuerzo cortante.	73
Nº 64	Eje X3; esfuerzo cortante.	73
Nº 65	Eje YA; esfuerzo cortante.	74
Nº 66	Eje YB; esfuerzo cortante.	74
Nº 67	Eje YC; esfuerzo cortante.	75

INTRODUCCION

El desarrollo de la presente tesis versa sobre la **“Evaluación técnica de las construcciones de adobe, según la norma E.080 del R.N.E.; en la localidad de Rancho, Ayacucho”**, estudiando desde un marco teórico práctico el proceso constructivo que se sigue para las construcciones con adobe, mediante el cual se busca acoplar el diseño y cálculos efectuados en gabinete al trabajo de campo y así mejorar las construcciones de adobe que la población construyen sus viviendas en mayor escala en la zona rural.

Es de gran importancia tener conocimiento el comportamiento estructural de las edificaciones con adobe, para esto se utilizó el software *ETABS 2013*; permitiendo estudiar la tendencia del comportamiento de la estructuras bajo sollicitaciones sísmicas y evaluar los resultados.

El desconocimiento o poca familiarización con la Norma Técnica Peruana E.080 de adobe puede generar problemas durante el proceso constructivo con el adobe. Es por ello, la importancia de la investigación radica en proponer un diseño modelo de bajo costo en su construcción y que brinde

seguridad ante eventos sísmicos. En la zona del proyecto se hallan construcciones muy vulnerables en la ubicación, la arquitectura y las estructuras, por lo cual no garantizan la resistencia a un movimiento sísmico (terremoto).

Las fallas de las estructuras de adobe no reforzada, debido a sismos, son frágiles, usualmente la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla del amarre de los muros en los esquinas, empezando por la parte superior, este a su vez aísla los muros, unos de otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral produciendo el desplome del mismo fuera de su plano.

Si se controla la falla de las esquinas, entonces el muro podrá soportar fuerzas sísmicas horizontales la cual genera una segunda falla por fuerza cortante. Las construcciones de adobe estabilizados; son diseñados por métodos racionales de cálculos basados en los principios establecidos por la mecánica y la resistencia de materiales se emplea el método de esfuerzos admisibles.

Suponiendo un comportamiento lineal y elástico del material. La determinación de los esfuerzos actuantes en los diferentes elementos se hará a través de un análisis elástico: (Norma Técnica de Edificación E.080 adobe).

OBJETIVOS

Objetivo general.

Analizar el comportamiento estructural, geológico y arquitectónico de las viviendas de adobe, teniendo en consideración la Norma Peruana E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Objetivos específicos.

- Evaluar el diseño estructural y arquitectónico de las construcciones existentes en la localidad de Rancho.
- Analizar e interpretar el estudio geológico y geotécnico con fines de cimentación para las construcciones con adobe en la zona de estudio – localidad de Rancho.
- Proponer técnicamente y económicamente viviendas sismoresistentes para la zona de estudio en la localidad de Rancho.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 ANTECEDENTES

La construcción con adobe es muy antigua en el Perú, se remonta a épocas prehispánicas, de modo que es claro que los conocimientos constructivos acumulados fueron muy significativos. Pero como toda cultura, en el país estos conocimientos empíricos acumulados por miles de años se han ido perdiendo paulatinamente.

El adobe es el material más empleado en la actualidad, se cuenta entonces con información técnica producida por varios centros de investigación en el Perú. Sin embargo, esta información no es suficiente para resolver todas las variables en lo que respecta a viviendas de adobe.

En las zonas rurales del Perú, la autoconstrucción es la respuesta más extendida de la gente de escasos recursos económicos para adquirir una vivienda.

El adobe es un sistema constructivo de bajo costo en zonas rurales, ya que la materia prima principal, la tierra, es obtenida localmente en canteras cercanas. Del mismo modo, la mano de obra para su construcción se conforma por los mismos pobladores y dueños de la vivienda, asesorados por un maestro de obra de la localidad. Esto mantiene el bajo costo en el sistema constructivo. El bajo costo es pues una razón determinante para su profusa utilización por la gente de escasos recursos en el país. Otra particularidad del adobe es su propiedad térmica, que se caracteriza por su lentitud para calentarse y enfriarse. Esto es, las viviendas de adobe resultan cálidas durante las noches debido a que es ese periodo los muros van restituyendo por radiación el calor acumulado durante el día; inversamente permanecen frescas durante el día, periodo en el cual los muros almacenan calor (Velarde R, 2004). El problema surge cuando en la construcción de las viviendas de adobe, no se toman en cuenta criterios estructurales necesarios para asegurar su estabilidad ante los movimientos sísmicos.

En el Perú en particular en la PUCP y en la UNI, se ha venido estudiando la construcción con adobe desde hace ya más de 40 años. Esto ha permitido dar soluciones a las viviendas ya construidas, como también a las que se siguen construyendo. Estos estudios no se han difundido a toda la población rural del país, pero aun así las investigaciones continúan.

La vulnerabilidad sísmica es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones realizadas por el hombre durante un sismo. Esta refleja la falta de resistencia y estabilidad de una edificación frente a los sismos (Bommer

J, 1998) y depende de las características del diseño de la edificación, de los materiales, su calidad y de la técnica de construcción.

El peligro sísmico es la probabilidad de ocurrencia de movimientos sísmicos de cierta intensidad en una zona determinada durante un tiempo definido. El peligro también puede incluir otros efectos que el mismo genera, como derrumbes en laderas y licuefacción de suelos (Bommer J, 1998).

El riesgo sísmico es el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica (Barbat A., 1998). También, el riesgo sísmico es definido como una función de la vulnerabilidad sísmica y del peligro sísmico, que de forma general se puede expresar como: $\text{Riesgo} = f(\text{vulnerabilidad})$ (Kuroiwa J., 2002) (Fourier d'Albe, E., 1988). Esta evaluación de riesgo se debe realizar en forma individual para cada estructura.

1.2 PERÚ: PAÍS SÍSMICO

Según, Álvaro C. Rubiños. El Perú es uno de los países de Sudamérica ubicados dentro del "Cinturón del fuego del Pacífico", un área que engloba más del 80% de la actividad sísmica en el mundo (Kuroiwa 2002). Esta actividad sísmica es producida por la constante interacción de las placas tectónicas ubicadas en la zona, la cual ha ocasionado numerosos terremotos en la parte occidental de Sudamérica, muchos de ellos tuvieron gran magnitud y causaron destrucción.

La mayoría de los movimientos sísmicos que se producen en el Perú se deben al proceso de subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa

Sudamericana a razón de 9cm/año (Kuroiwa 2002). Entre estas placas se generan esfuerzos de fricción y se acumula gran cantidad de energía. Cuando estos esfuerzos son mayores a los que resiste la roca, esta se rompe. La ruptura libera la energía acumulada en forma de ondas que se propagan y llegan a la superficie.

Uno de los terremotos más devastadores ocurridos en nuestro país se produjo en Mayo de 1970, el cual ocasionó la muerte de casi de 70000 personas y la desaparición total del poblado de Yungay. En Noviembre de 1996, en el sur del Perú, se produjo otro terremoto que causó gran destrucción, dejando más de 90 000 damnificados, cerca de 5000 viviendas destruidas y más de 10 000 viviendas afectadas (INDECI 2006). En Junio del 2001, un nuevo terremoto en el sur del Perú dejó el saldo de 83 personas fallecidas, cerca de 220000 damnificados, alrededor de 37000 viviendas afectadas y aproximadamente 22000 viviendas destruidas (INDECI 2001).

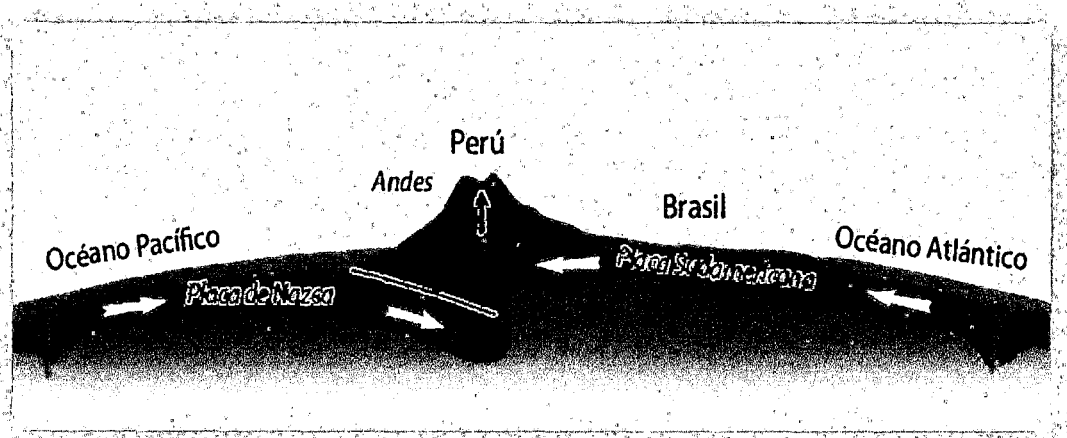


Figura N° 01: Sección transversal de las placas Nazca y Sudamericana (Fuente: INDECI, 2009).

Sismólogos de todo el mundo han investigado formas de predecir los terremotos con el objetivo de salvar vidas. Estas investigaciones no han

dados resultados satisfactorios ya que las predicciones hechas nos son confiables. Sin embargo, existe una forma de predecir los terremotos a mediano y largo plazo basada en mapas de brechas sísmicas. Estas brechas son zonas donde no se ha producido un sismo en varios años y en donde es más probable que, tarde o temprano, se libere la energía acumulada.

La Figura N° 02, (Tavera 2008) muestra el mapa de distribución espacial de terremotos para la zona central del Perú. Se indica el año en que se produjo el movimiento sísmico y su área de ruptura. Los valores entre paréntesis indican la magnitud (Ms) del terremoto.

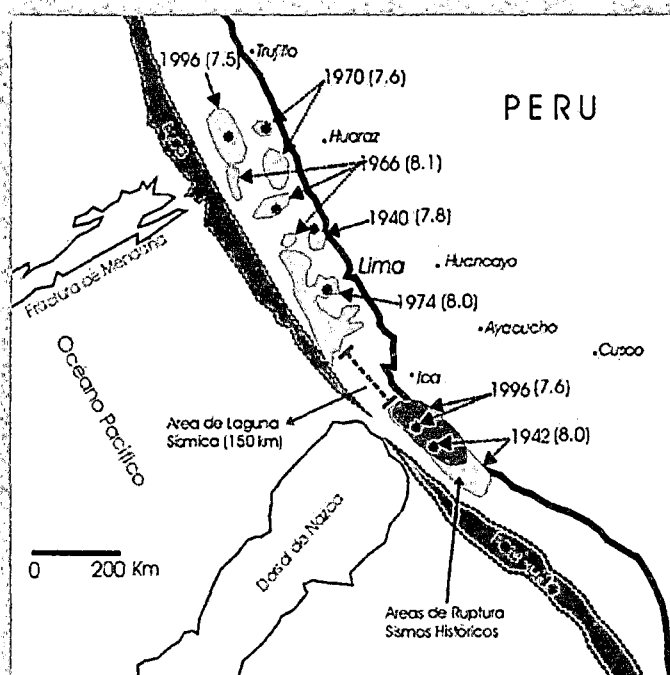


Figura N° 02: Distribución de terremotos en la zona central del Perú.

1.3 COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE

Según, Marcial Blondet (2003). Es bien sabido que las propiedades sismo-resistentes de las construcciones de adobe no reforzadas son muy bajas. La

razón del mal comportamiento sísmico de estas construcciones se debe al gran peso de la estructura, a su baja resistencia y a su comportamiento frágil. Durante terremotos severos, estas construcciones desarrollan grandes fuerzas de inercia que son incapaces de resistir, y por ello fallan violentamente. La forma de falla más común durante un sismo en las construcciones de adobe es la aparición de grandes grietas verticales en los encuentros de los muros. Debido a fuerzas fuera del plano estos muros pueden caer ocasionando el colapso del techo. Otro tipo de falla común es la aparición de grietas diagonales en los muros. Estas grietas usualmente siguen la interfase mortero – unidad de adobe.



a) Grieta vertical

b) Grieta diagonal

Figura N° 03: Tipos de falla en viviendas de adobe (Blondet).

Álvaro C. Rubiños. La mayoría de viviendas destruidas, inhabitables y afectadas por el terremoto de Pisco estuvieron ubicadas en el departamento de Ica. El material predominante de muchas de estas viviendas fue el adobe y su construcción carecía de refuerzo sísmico, lo que aumentó su vulnerabilidad ante el terremoto. Además, estas construcciones no contaban

con una viga collar en la parte superior de los muros que permita mantenerlos unidos y evite su colapso. Adicionalmente, la forma tradicional de construcción de la zona evitaba llenar completamente las juntas verticales de los muros de adobe. A esto se sumó la baja calidad del mortero de asentado, el cual contenía muy poco porcentaje de arcilla y que produjo una baja adherencia entre bloques.

Marcial Blondet, Gladys Villa y Svetlana Brzev (2003). Además de ser una tecnología constructiva simple y de bajo costo, la construcción de adobe tiene otras ventajas, tales como excelentes propiedades térmicas y acústicas. Sin embargo, las estructuras de adobe son vulnerables a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones. La construcción tradicional de adobe tiene una respuesta muy mala ante los movimientos telúricos, sufriendo daño estructural severo o llegando al colapso, causando con ello pérdidas significativas en términos de vida humana y daño material. La deficiencia sísmica de la construcción de adobe se debe al elevado peso de la estructura, a su baja resistencia y a su comportamiento frágil. Durante terremotos severos, debido a su gran peso, estas estructuras desarrollan niveles elevados de fuerza sísmica, que son incapaces de resistir y por ello fallan violentamente. Daño material y pérdidas humanas considerables han ocurrido en áreas donde este material se ha usado. Los modos típicos de falla durante terremotos son severo agrietamiento y desintegración de muros, separación de muros en las esquinas y separación de los techos de los muros, lo que en la mayoría de

casos, lleva al colapso. Algunas deficiencias características de construcciones de adobe se resumen a continuación.

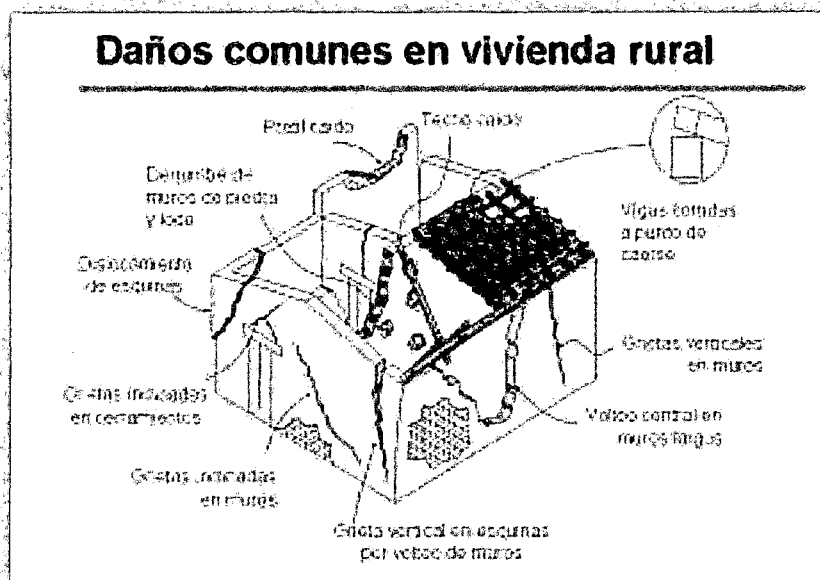


Figura N° 04: Deficiencias sísmicas de albañilería de adobe.

1.4 LA VIVIENDA DE ADOBE EN EL PERÚ

Según, Álvaro C. Rubiños. Es posible hallar construcciones de adobe en casi todos los lugares del mundo, ya que es un material de construcción muy antiguo. Se han encontrado construcciones con este material que datan desde 8,000 A.C. (Houben y Guillard 1994). En el Perú, podemos encontrar construcciones de tierra desde la época pre-hispánica. Actualmente, las viviendas de tierra en el Perú se encuentran en zonas urbanas y rurales. Según cifras del INEI (2005) existen más de 2'167,000 viviendas cuyas paredes son de adobe y tapial. Esto representa casi el 40% de las viviendas del Perú.

La típica vivienda de adobe en el Perú posee 1 o 2 pisos. La mayoría, en especial las de la zona rural, no cuentan con sobrecimientos adecuados. El

espesor de los muros es variable, desde 0.30 m. hasta 1.00 m. (antiguas casonas). Las habitaciones son espaciosas (en especial la sala). Las cocinas y los baños se encuentran, generalmente, fuera de la vivienda. Poseen un espacio en la parte posterior utilizado como depósito o para la crianza de animales. El techo está compuesto por troncos de eucalipto o caña apoyados sobre los muros, con pendientes a una o dos aguas. La cobertura de los techos es de caña chancada y sobre esta se coloca una torta de barro; otras viviendas utilizan tejas o calaminas. La figura N° 5 muestra una típica vivienda de adobe en el Perú.



Figura N° 05: Típica vivienda de adobe en el Perú.

1.5 MARCO NORMATIVO

1.5.1 ALCANCE

Según Norma Técnica E.080 [Artículo 1]

La Norma comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño.

El objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas.

Esta Norma 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 sierra.

Los proyectos que se elaboran con alcances y bases distintos a las consideradas en esta Norma, deberán estar respaldados con un estudio técnico.

1.5.2 REQUISITOS GENERALES

Según Norma Técnica E.080 [Artículo 2]:

- ✓ El proyecto arquitectónico de edificaciones de adobe deberá adecuarse a los requisitos que se señalan en la presente Norma.
- ✓ Las construcciones de adobe simple y adobe estabilizado serán diseñadas por un método racional basada en los principios de la mecánica, con criterios de comportamiento elástico.
- ✓ Las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso en la zona sísmica 3 y a dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1 definidas en la NTP E.030 Diseño Sismorresistente.

Por encima del primer piso de adobe, podrán tenerse estructuras livianas tales como las de quinchas o similares.

- ✓ No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas. Tampoco en zonas

propensas a inundaciones cauces de avalanchas, aluviones o huaycos o suelos con inestabilidad geológica.

- ✓ Dependiendo de la esbeltez de los muros, se deberá incluir la colocación de refuerzos que mejoren el comportamiento integral de la estructura.



Figura N° 06: Ubicaciones inadecuadas para viviendas.

1.5.3 DEFINICIONES

Según Norma Técnica E.080 [Artículo 3]:

1.5.3.1 Adobe

Se define como adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

1.5.3.2 Adobe Estabilizado

Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

1.5.3.3 Mortero

Material de unión de los adobes. Puede ser barro con paja o con arena, o barro con otros componentes como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc.

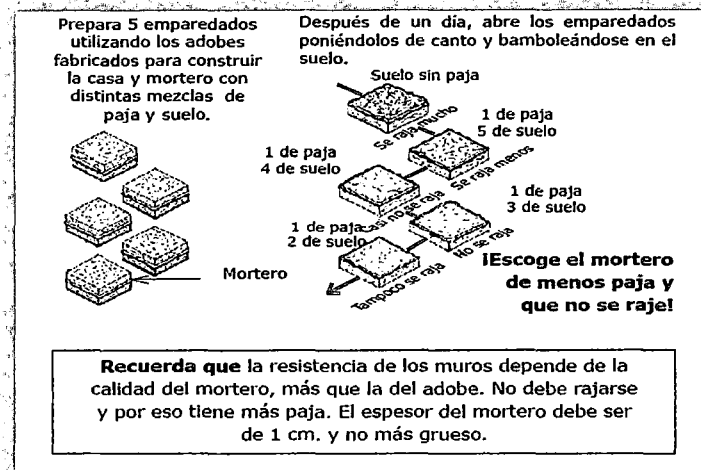


Figura N° 07: Mortero con distintas mezclas de paja y suelo.

1.5.3.4 Arriostre

Elemento que impide el libre desplazamiento del borde de muro. El arriostre puede ser vertical u horizontal.

1.5.3.5 Altura libre de muro

Es la distancia vertical libre entre elementos de arriostre horizontales.

1.5.3.6 Largo efectivo

Distancia libre horizontal entre elementos de arriostre verticales o entre un elemento de arriostre y un extremo libre.

1.5.3.7 Esbeltez

Relación entre la altura libre del muro y su espesor.

1.5.3.8 Muro arriostrado

Es un muro cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de arriostre horizontales y/o verticales.

1.5.3.9 Extremo libre de muro

Es el borde vertical u horizontal no arriostrado de un muro.

1.5.3.10 Vigas collar o soleras

Son elementos de uso obligatorio que generalmente conectan a los entresijos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de arrioste horizontal (ver artículo 6 (6.3)).

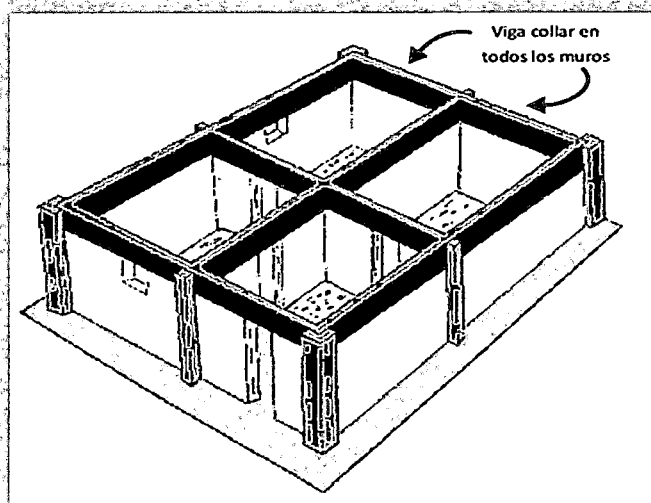


Figura N° 08: Viga collar en todos los muros.

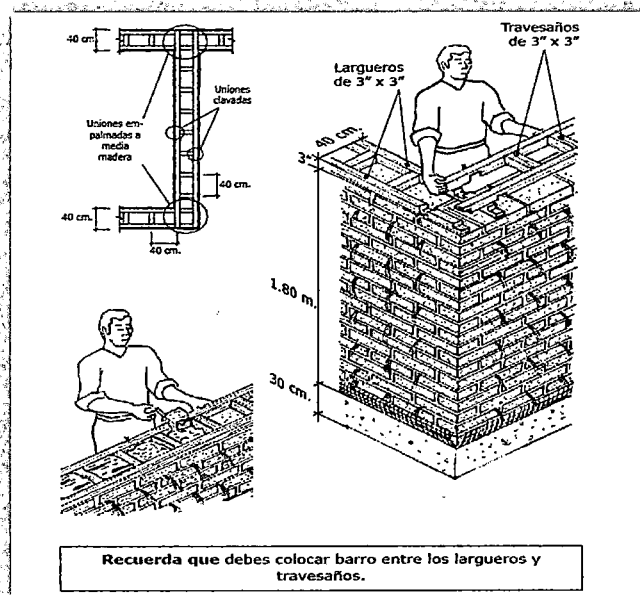


Figura N° 09: Detalle de viga collar.

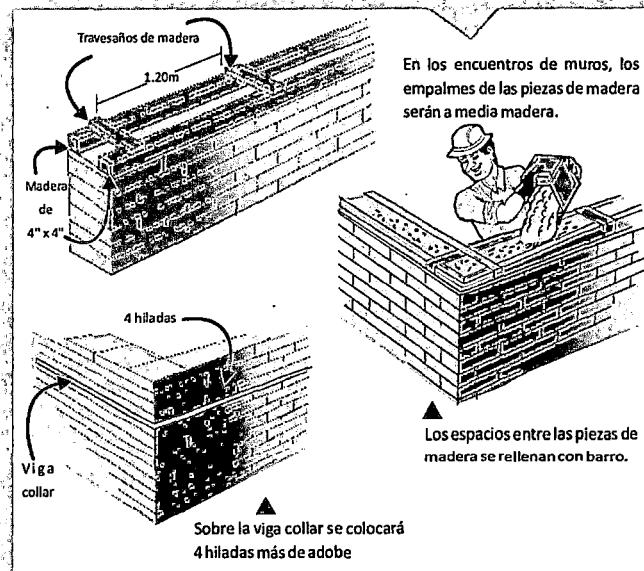


Figura N° 10: Viga collar en intermedios de los muros.

1.5.3.11 Contrafuerte

Es un arriostre vertical construido con este único fin.

1.5.4 UNIDAD O BLOQUE DE ADOBE

Según Norma Técnica E.080 [Artículo 4]:

1.5.4.1 Requisitos generales

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara.

El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

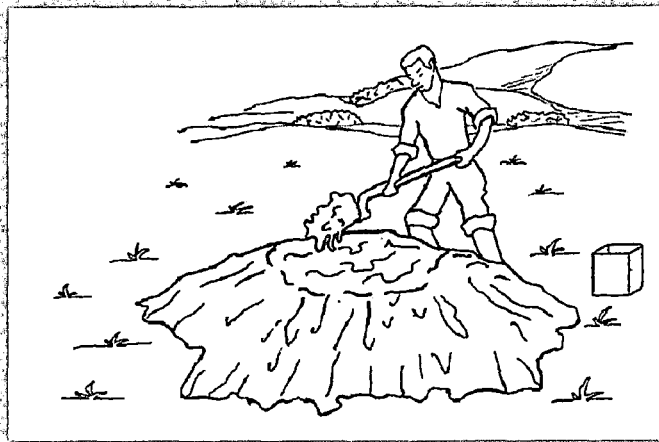


Figura N° 11: Humedecimiento del suelo para la elaboración del adobe.



Figura N° 12: Preparado del barro agregando paja.

1.5.4.2 Formas y dimensiones

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90° , de formas especiales.

Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

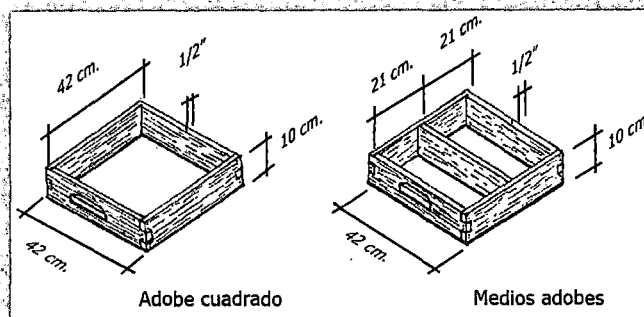


Figura N° 13: Molde o gavera para adobes.

1.5.4.3 Recomendaciones para su elaboración

Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños.

Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas.

Secar los adobes bajo sombra.

Según Manual de Construcción del Adobe /MVCS.

Elaboración del adobe:

1. Preparar la adobera. Se recomienda que la adobera sea de 40 cm x 40 cm x 8 cm.

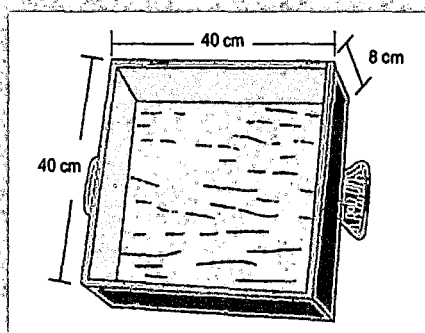


Figura N° 14: Dimensiones más recomendables.

2. Preparar el barro y dormirlo por 2 días (en promedio)
3. Agregar la paja que los adobes no se rajen.

4. Llenar la adobera lanzando con fuerza porciones de barro. La adobera debe estar húmeda y rociada de arena fina para que no se peguen los adobes.
5. El barro debe estar al ras de la adobera, emparejando la superficie usando una regla.

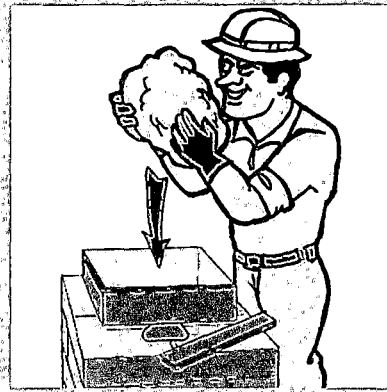


Figura N° 15: Llenado del barro a la adobera.

6. Dejar secar el adobe en las adoberas por un promedio de 24 a 48 horas.
7. El terreno para el desmolde debe ser plano y seco. Debe rociarse previamente con una capa de arena.
8. Retirar la adobera, levantando de ambas agarraderas y voltearlo rápidamente, teniendo cuidado que el adobe no se deforme.

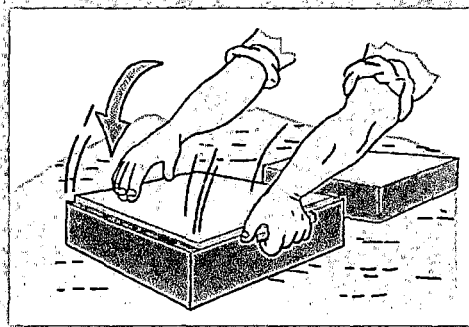
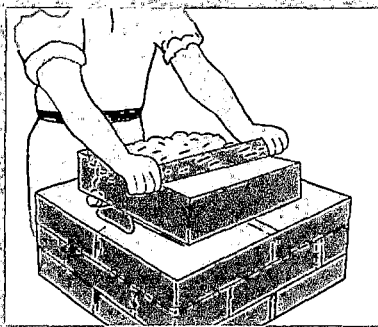


Figura N° 16: Elaboración del adobe.

Secado de adobe:

Los adobes se rajan con el sol, por eso debe hacer un tendal de esteras o ramas para protegerlos por lo menos durante los dos primeros días.

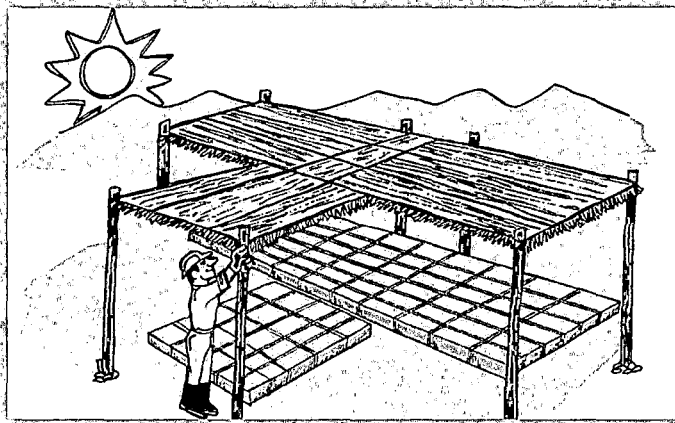


Figura N° 17: Secado de adobe.

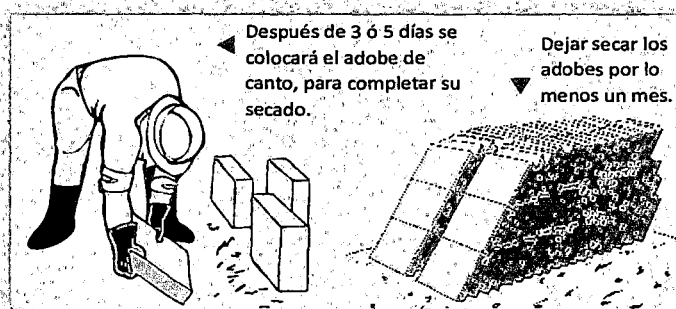


Figura N° 18: Empilado de adobe.

Prueba de resistencia del adobe:

Los adobes no deberán tener grietas, ni estar deformados.

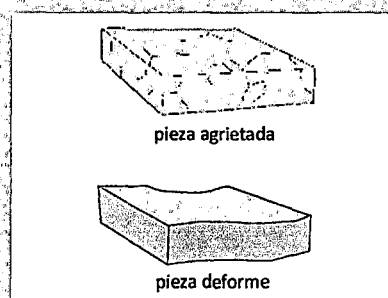


Figura N° 19: Adobes deficientes.

Un buen adobe apoyado sobre otros dos, debe resistir el peso de una persona por lo menos durante un minuto.

Se debe hacer esta prueba por lo menos cada 50 adobes que se fabriquen.

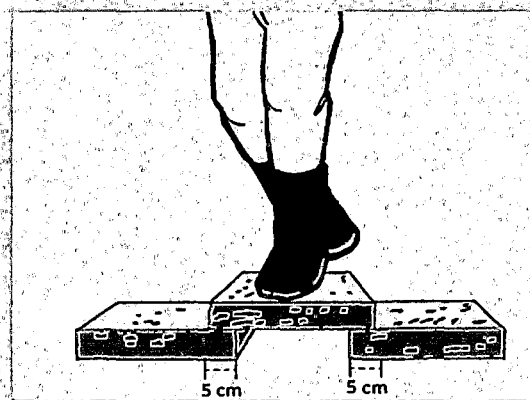


Figura N° 20: Prueba de resistencia del adobe.

1.5.5 COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE

Según Norma Técnica E.080 [Artículo 5]:

1.5.5.1 Comportamiento sísmico de las construcciones de adobe

Las fallas de las estructuras de adobe no reforzadas, debidas a sismos, son frágiles. Usualmente la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla de amarre de los muros en las esquinas, empezando por la parte superior; esto a su vez aísla los muros unos de otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral, produciendo el desplome del mismo fuera de su plano.

Si se controla la falla de las esquinas, entonces el muro podrá soportar fuerzas sísmicas horizontales en su plano las que pueden conducir el segundo tipo de falla que es por fuerza cortante. En este caso aparecen las típicas grietas inclinadas de tracción diagonal.

Las construcciones de adobe deberán cumplir con las siguientes características generales de configuración:

- Suficiente longitud de muros en cada dirección, de ser posible todos portantes.
- Tener una planta que tienda a ser simétrica, preferentemente cuadrada.
- Los vanos deben ser pequeños y de preferencia centrados.
- Dependiendo de la esbeltez de los muros, se definirá un sistema de refuerzo que asegure el amarre de las esquinas y encuentros.

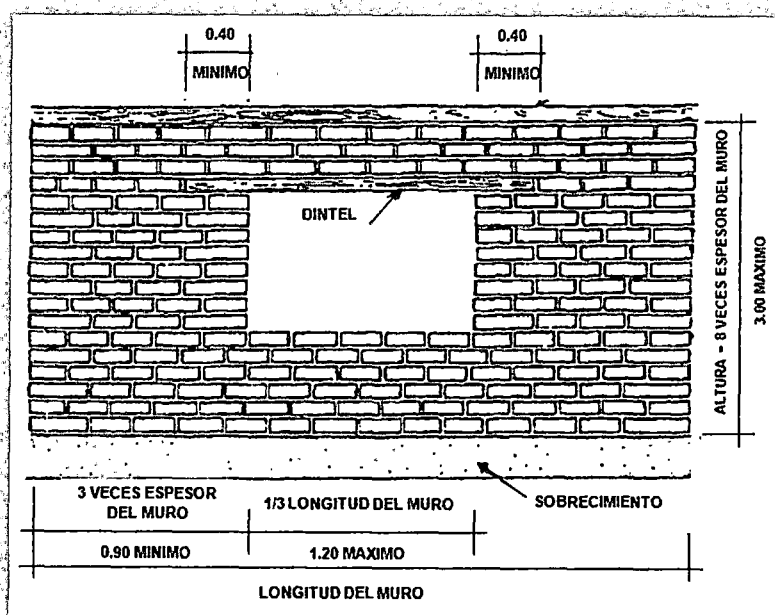


Figura N° 21: Dimensiones considerables en un muro.

1.5.5.2 Fuerzas sísmicas horizontales

La fuerza sísmica horizontal en la base para las edificaciones de adobe se determinará con la siguiente expresión.

$$H = SUCP$$

Donde:

S: Factor de suelo (indicado en la tabla 1),

U: Factor de uso (indicados en la tabla 2),

C: Coeficiente sísmico (indicado en la tabla 3) y

P: Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50% de la carga viva.

Cuadro N° 01: Factor según el tipo de suelo.

Tipo	Descripción	Factor S
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible $\geq 3\text{Kg/cm}^2$	1,0
III	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible $\geq 1\text{Kg/cm}^2$.	1,2

Cuadro N° 02: Factor según el tipo de las edificaciones.

Tipo de las Edificaciones	Factor U
Colegios, Postas Médicas, Locales Comunes, Locales Públicos.	1,3
Viviendas y otras edificaciones comunes	1,0

1.5.5.3 Comportamiento del adobe frente a cargas verticales

Usualmente la resistencia de la albañilería a cargas verticales no presenta problemas para soportar la carga de uno o dos pisos. Se debe mencionar sin embargo que los elementos que conforman los entresijos o techos de estas edificaciones, deben estar adecuadamente fijados al muro mediante la viga collar o solera.

Cuadro N° 03: Coeficiente según las zonas sísmicas.

Zona Sísmica	Coeficiente Sísmico C
3	0.20
2	0.15
1	0.10

✓ Zonificación sísmica

Las zonas sísmicas en que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestran en la figura N° 22.

A continuación se especifican las provincias de cada zona.

Zona 1

1. Departamento de Loreto. Provincias de Ramón Castilla, Maynas, y Requena.
2. Departamento de Ucayali. Provincia de Purús.
3. Departamento de Madre de Dios. Provincia de Tahuamanú.

Zona 2

1. Departamento de Loreto. Provincias de Loreto, Alto Amazonas y Ucayali.
2. Departamento de Amazonas, Todas las provincias.
3. Departamento de San Martín, Todas las provincias.
4. Departamento de Huánuco, Todas las provincias.
5. Departamento de Ucayali. Provincias de Coronel Portillo, Atalaya y Padre Abad.
6. Departamento de Cerro de Pasco. Todas las provincias.
7. Departamento de Junín, todas las provincias.
8. Departamento de Huancavelica. Provincias de Acobamba, Angares, Churcampá, Tayacaja y Huancavelica.
9. Departamento de Ayacucho. Provincias de Sucre, Huamanga, Huanta y Vilcashuamán.
10. Departamento de Apurímac. Todas las provincias.
11. Departamento de Cusco. Todas las provincias.
12. Departamento de Madre de Dios. Provincias de Tambopata y Manú.

13. Departamento de Puno. Todas las provincias.

Zona 3

1. Departamento de Tumbes. Todas las provincias.

2. Departamento de Piura. Todas las provincias.

3. Departamento de Cajamarca. Todas las provincias.

4. Departamento de Lambayeque. Todas las provincias.

5. Departamento de La Libertad. Todas las provincias.

6. Departamento de Ancash. Todas las provincias.

7. Departamento de Lima. Todas las provincias.

8. Provincia Constitucional del Callao.

9. Departamento de Ica. Todas las provincias.

10. Departamento de Huancavelica. Provincias de Castrovirreyna y Huaytará.

11. Departamento de Ayacucho. Provincias de Cangallo, Huanca Sanco, Lucanas, Fajardo, Parinacochas y Paucar del Sara Sara.

12. Departamento de Arequipa. Todas las provincias.

13. Departamento de Moquegua. Todas las provincias.

14. Departamento de Tacna. Todas las provincias.

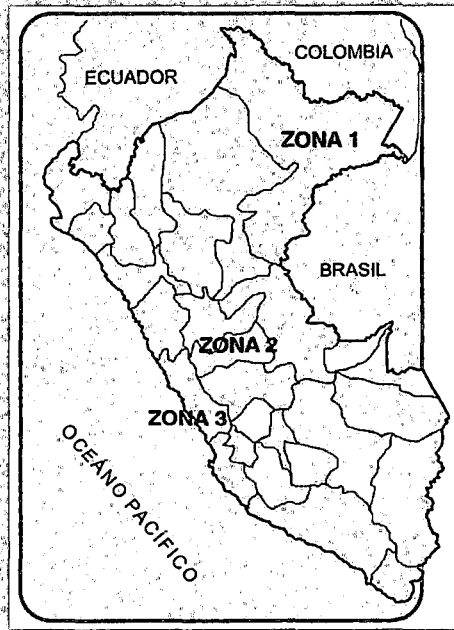


Figura N° 22: Zonas Sísmicas.

1.5.5.4 Protección de las construcciones de adobe

La humedad y la erosión producidas en los muros, son principales causantes del deterioro de las construcciones de tierra, siendo necesaria su protección a través de:

- ✓ Recubrimientos resistentes a la humedad.
- ✓ Cimientos y sobrecimientos que eviten el contacto del muro con el suelo.
- ✓ Veredas perimetrales.
- ✓ Aleros
- ✓ Sistema de drenaje adecuado.

1.5.6 SISTEMA ESTRUCTURAL

Según Norma Técnica E.080 [Artículo 6]:

El sistema estructural de las construcciones de adobe estará compuesto de:

- a) Cimentación

- b) Muros
- c) Elementos de arriostre horizontal
- d) Elementos de arriostre vertical
- e) Entrepiso y techo
- f) Refuerzos.

1.5.6.1 Cimentación

- a) No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos ni en arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones, cauces de avalanchas, aluviones o huaycos, o suelos con inestabilidad geológica.
- b) La cimentación deberá transmitir la carga de los muros al terreno de acuerdo a su esfuerzo permisible y tendrá una profundidad mínima de 60 cm medida a partir del terreno natural y un ancho mínimo de 40 cm.
- c) Los cimientos para los muros deberán ser concreto ciclópeo o albañilería de piedra. En zonas no lluviosas de comprobada regularidad e imposibilidad de inundación, se permitirá el uso de mortero Tipo II para unir la mampostería de piedra (Ver Artículo 7 (7.2)).
- d) El sobrecimiento deberá ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra asentada con mortero Tipo I (Ver Artículo 7 (7.11)), y tendrá una altura tal que sobresalga como mínimo 20 cm. Sobre el nivel del suelo. (Ver figura 23).

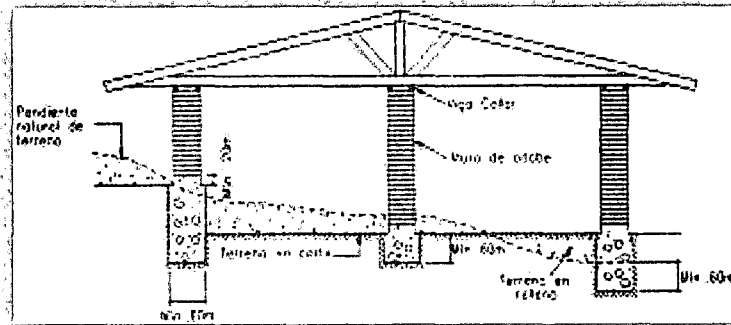


Figura N° 23: Sección de la cimentación.

Según Manual de Construcción del adobe /MVCS.

Cimientos y sobrecimientos:

Los cimientos para los muros deberán ser concreto ciclópeo o albañilería de piedra. En zonas no lluviosas de comprobada regularidad e imposibilidad de inundación, se permitirá el uso de mortero Tipo II para unir la mampostería de piedra.

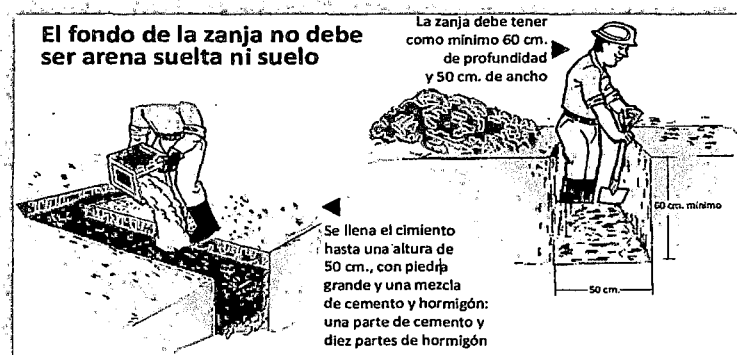


Figura N° 24: Cimentación con mortero tipo II.

El sobrecimiento deberá ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra asentada con mortero Tipo I, y tendrá una altura tal que sobresalga como mínimo 20 cm sobre el nivel del suelo, enfocar el sobrecimiento con tablas de 30 cm. De altura como mínimo separadas entre sí de acuerdo al ancho del muro, según el siguiente gráfico.



Figura N° 25: Sobrecimiento con concreto simple.

1.5.6.2 Muros

- a) Deberá considerarse la estabilidad de todos los muros. Esto se conseguirá controlando la esbeltez y utilizando arriostres o refuerzos.
- b) Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización y se dispondrá en hiladas sucesivas considerando traslape tal como se muestra en las figuras 26 y 29.
- c) El espesor de los muros se determinará en función de la altura libre de los mismos y la longitud máxima del muro entre arriostre verticales será 12 veces el espesor del muro. (Ver Tabla N° 4).
- d) En general los vanos deberán estar perfectamente centrados. El borde vertical no arriostrado de puertas y ventanas deberá ser considerado como borde libre.

El ancho máximo de puertas y ventanas (vanos) será de $\frac{1}{3}$ de la longitud del muro y la distancia entre el borde libre al arriostre vertical más próximo no será menor de 3 ni mayor a 5 veces el espesor del muro. Se exceptuará la condición de 3 veces el espesor del muro en el caso que el muro esté arriostado al extremo (Ver Figura N° 30).

- e) Como refuerzo se podrá utilizar cualquier material de los especificados en el artículo 6 (6.4).
- f) Los muros deberán ser diseñados para garantizar su resistencia, según lo especificado en el artículo 8.
- g) En caso de muros cuyos encuentros sean diferentes a 90° se diseñarán bloques especiales detallándose los encuentros.

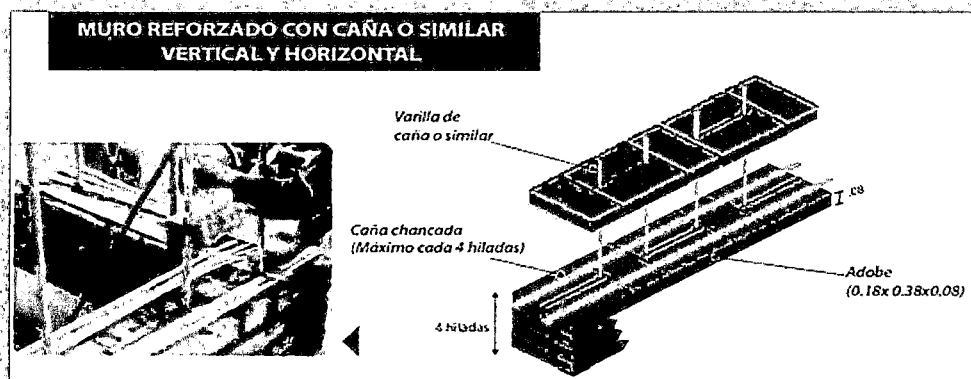


Figura N° 26: Muro reforzado con caña o similar vertical y horizontal.

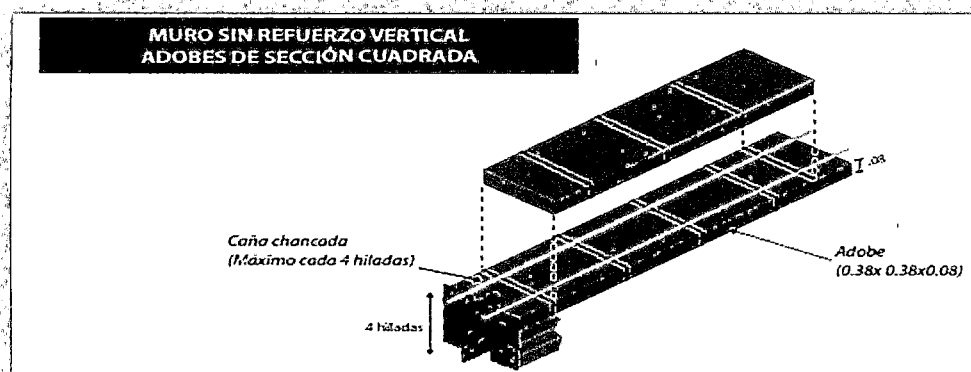


Figura N° 27: Muro sin refuerzo vertical adobes de sección cuadrada.

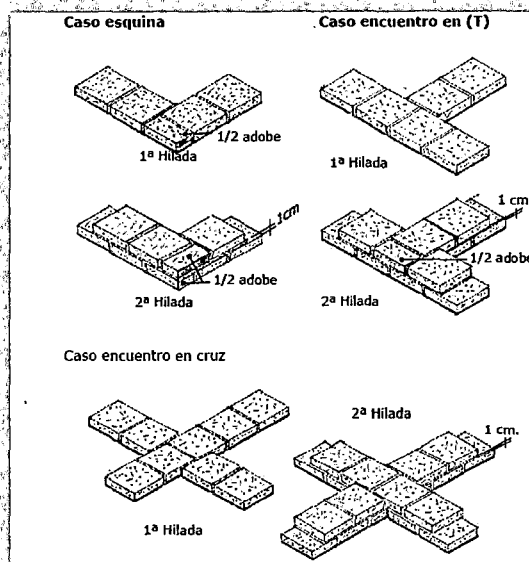


Figura N° 28: Emplantillado de los adobes y medios adobes.

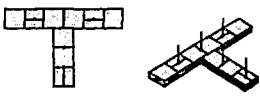
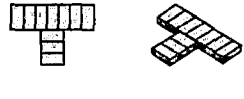
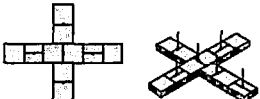
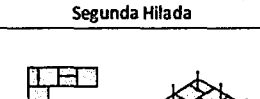
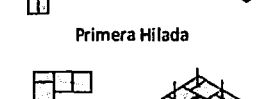
TIPOS AMARRE EN ENCUENTROS DE MUROS DE ADOBE CON O SIN REFUERZO		
Tipo de encuentro	Muros reforzados	Muros no reforzados
En L	 Primera Hilada  Segunda Hilada	 Primera Hilada  Segunda Hilada
En T	 Primera Hilada  Segunda Hilada	 Primera Hilada  Segunda Hilada
En X	 Primera Hilada  Segunda Hilada	 Primera Hilada  Segunda Hilada

Figura N° 29: Tipos de amarre en encuentros de muros de adobe con o sin refuerzo.

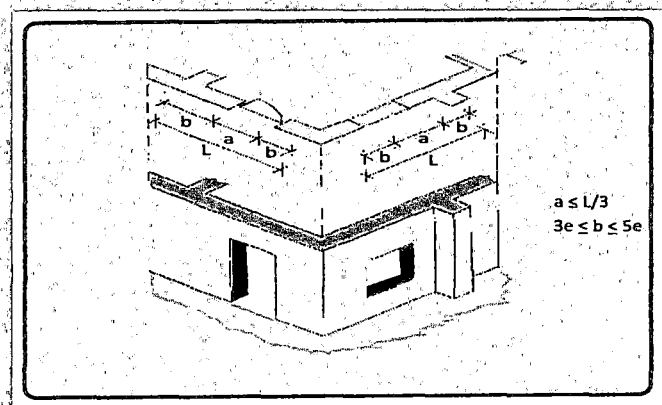


Figura N° 30: Dimensionamiento en los muros.

1.5.6.3 Elementos de arriostre

- a) Para que un muro se considere arriostrado deberá existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de arriostre, para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos.
- b) Los elementos de arriostre serán verticales y horizontales.
- c) Los arriostres verticales serán muros transversales o contrafuertes especialmente diseñados. Tendrán una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación. Para que un muro o contrafuertes se consideren arriostre vertical tendrá una longitud en la base mayor o igual que 3 veces el espesor del muro que se desee arriostrar.
- d) Puede usarse como elementos de arriostre vertical, en lugar de los muros transversales o de los contrafuertes de adobe, refuerzos especiales como son las columnas de concreto armado que se detallan en la Sección 6.4, refuerzos especiales.
- e) Los arriostres horizontales son elementos o conjunto de elementos que poseen una rigidez suficiente en el plano horizontal para impedir el libre

desplazamiento lateral de los muros. Los elementos de arrostre horizontal más comunes son los denominados viga collar o solera.

Estas pueden ser de madera o en casos especiales de concreto madera.

(Ver Artículo 6 (6.4)).

- f) Los elementos de arriostre horizontal se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerándose al muro como una losa vertical sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él.
- g) Se deberá garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deberán conformar un sistema continuo e integrado.

1.5.6.4 Refuerzos especiales

De acuerdo a la esbeltez de los muros que se indican en la tabla N° 4, se requieren refuerzos especiales.

Estos tienen como objetivo mejorar la conexión en los encuentros de muros o aumentar la ductilidad de los muros. Dentro de los refuerzos especiales más usados se tienen caña, madera o similares, malla de alambre y columnas de concreto armado.

Se detallarán especialmente los anclajes y empalmes de los refuerzos para garantizar su comportamiento eficaz.

Cuadro N° 04: Esbeltez, arriostres y altura del muro.

Esbeltez	Arriostres y Refuerzos Obligatorios	Espesor mín. Muro (m)	Altura mín. Muro (m)
$\lambda \leq 6$	Solera	0,4 - 0,5	2,4 - 3,0
$6 \leq \lambda \leq 8$	Solera + elementos de refuerzos horizontal y vertical en los encuentros de muros	0,3 - 0,5	2,4 - 4,0
$6 \leq \lambda \leq 9$	Solera + elementos de refuerzos horizontal y vertical en toda la longitud de los muros	0,3 - 0,6	2,7 - 4,5

En casos especiales λ podrá ser mayor de 9 pero menor de 12, siempre y cuando se respalde con un estudio técnico que considere refuerzos que garanticen la estabilidad de la estructura.

a) Caña madera o similares

Estos refuerzos serán tira, colocadas horizontalmente cada cierto número de hiladas (máximo cada 4 hiladas) y estarán unidas entre sí mediante amarres adecuados en los encuentros y esquinas. Podrán usarse en los encuentros y esquineros de los muros o en toda la longitud de los muros, dependiendo de lo indicado en la Tabla N° 4.

En el caso de que se utilicen unidades cuya altura sea mayor de 10 cm, las tiras de caña tendrán un espaciamiento máximo de 40 cm.

Las tiras de caña o similares se colocarán necesariamente coincidentes con el nivel superior o inferior de todos los vanos.

Se colocarán cañas o elementos de características similares como refuerzos verticales, ya sea en un plano central entre unidades de adobe (Ver Figura N° 26), o en alvéolos de mínimo 5 cm. De diámetro dejados en los adobes (Ver Figura N° 26).

En ambos casos se rellenarán los vacíos con mortero.

En esfuerzo vertical deberá estar anclado a la cimentación y fijado a la solera superior. Se usará caña madura y seca o elementos rectos y secos de eucalipto u otros similares. Se podrá usar madera en dinteles de vanos y vigas soleras sobre los muros.

La viga solera se anclará adecuadamente a muro y al dintel si lo hubiese.

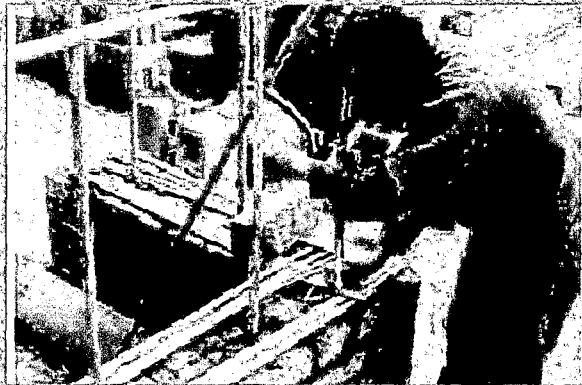


Figura N° 31: Colocación de las cañas horizontales y verticales.



Figura N° 32: Colocación de las cañas verticales en el sobrecimiento.

b) Malla de alambre

Se puede usar como refuerzo exterior aplicado sobre la superficie del muro y anclado adecuadamente a él.

Deberá estar protegido por una capa de mortero de cemento - arena de 4 cm, aproximadamente.

La colocación de la malla puede hacerse en una o dos caras del muro, en cuyo se unirá ambas capas mediante elementos de conexión a través del muro. Su uso es eficiente en las esquinas asegurado en traslape adecuado.

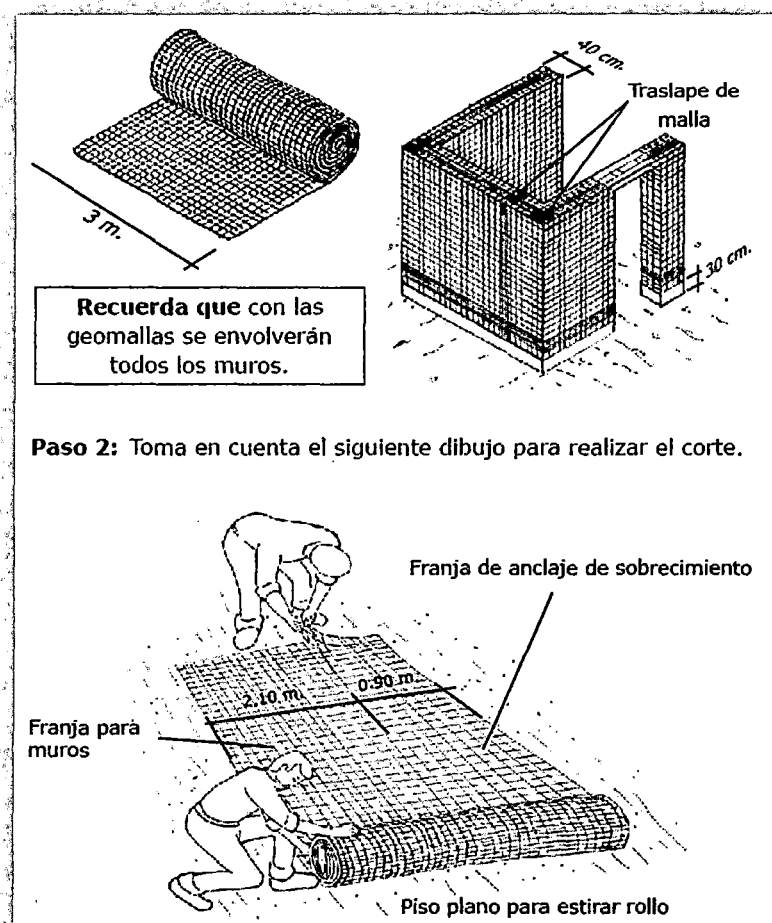


Figura N° 33: Corte y colocación de las mallas.

c) Columnas y vigas de concreto armado

La utilización de columnas de concreto armado como confinamiento de muros de adobe debe utilizarse en casos en que el espesor del muro no exceda los 25 cm, y se utilice para unir los adobes un mortero que contenga cemento para poder anclar alambre de $\frac{1}{4}$ " cada tres hiladas con la finalidad

de conseguir una adecuada transmisión de esfuerzos entre el muro y la columna.

La utilización de vigas soleras concreto armado tiene como objetivo contribuir a formar un diagrama rígido en el nivel en que se construya, puede ser colocado en varios niveles formando anillos errados, pero principalmente de debe colocarse en la parte superior. Se puede combinar con elementos de refuerzo verticales como cañas o columnas de concreto armado.

De acuerdo al espesor de los muros, se deberá colocar el refuerzo que se indica en la Tabla N°4.

En casos especiales se podrá considerar espesores de muro de 20 – 25 cm, siempre que se respalde por un estudio técnico que considere refuerzos verticales y horizontales.

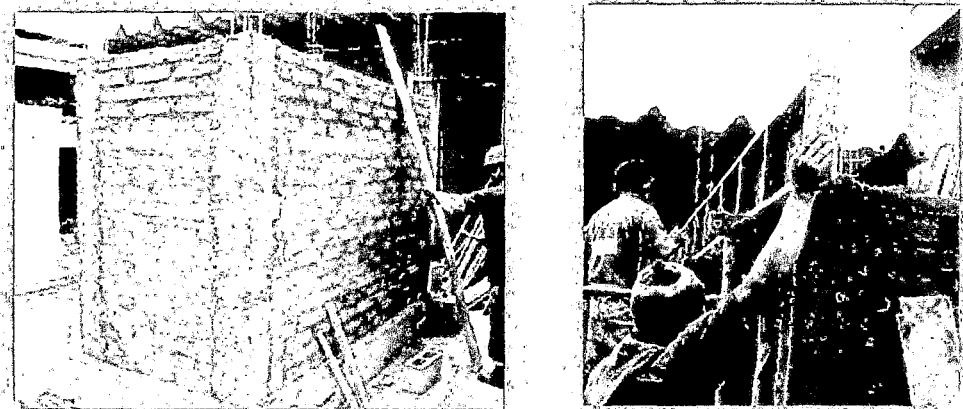


Figura N° 34: Columnas y vigas de concreto armado.

1.5.6.5 Techos

- a) Los techos deberán en lo posible se livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de

esfuerzos en los muros; además, deberán estar adecuadamente fijados a éstos a través de la viga solera.

- b) Los techos deberán ser diseñados de tal manera que no produzcan en los muros, empujes laterales que no provengan de las cargas gravitacionales.
- c) En general, los techos livianos no pueden considerarse como diafragmas rígidos y por tanto no contribuyen a la distribución de fuerzas horizontales entre los muros. La distribución de las fuerzas de sismo se hará por zonas de influencia sobre cada muro longitudinal, considerando la propia masa y las fracciones pertinentes de las masas de los muros transversales y la del techo.
- d) En el caso de utilizar tijerales, el sistema estructural del techado deberá garantizar la estabilidad lateral de los tijerales.
- e) En el techo de las construcciones se deberá considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.

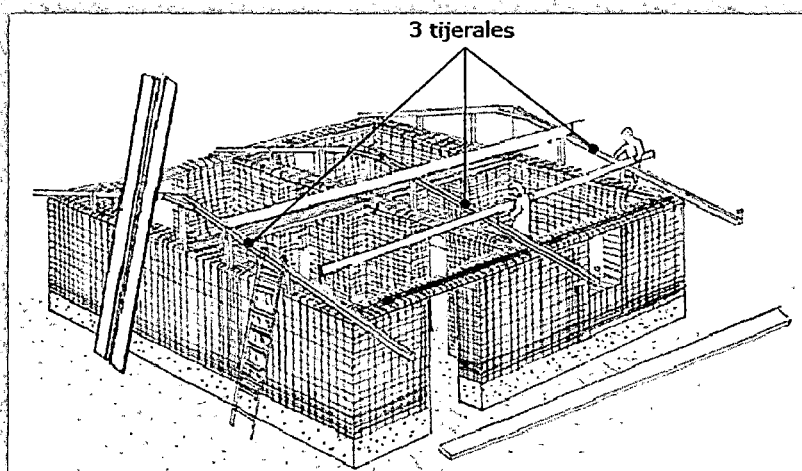


Figura N° 35: Sistema estructural del techo.

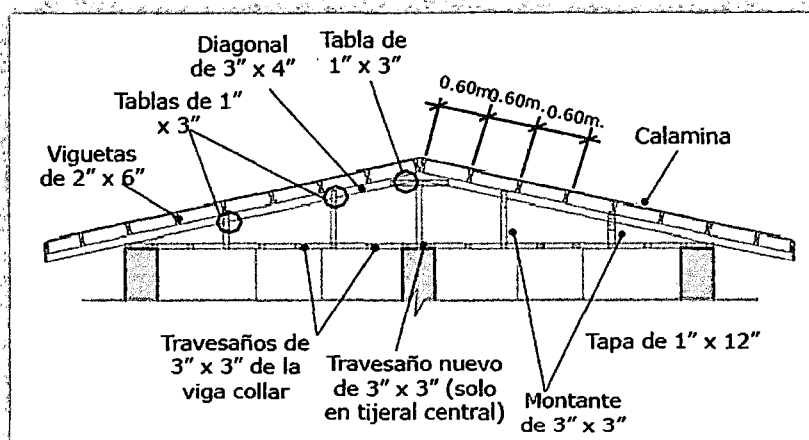


Figura N° 36: Sistema estructural del tijeral.

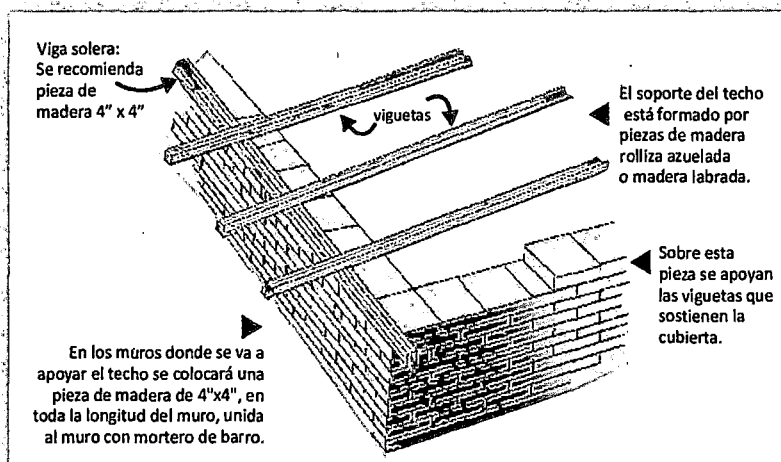


Figura N° 37: Vigas y viguetas del techo.

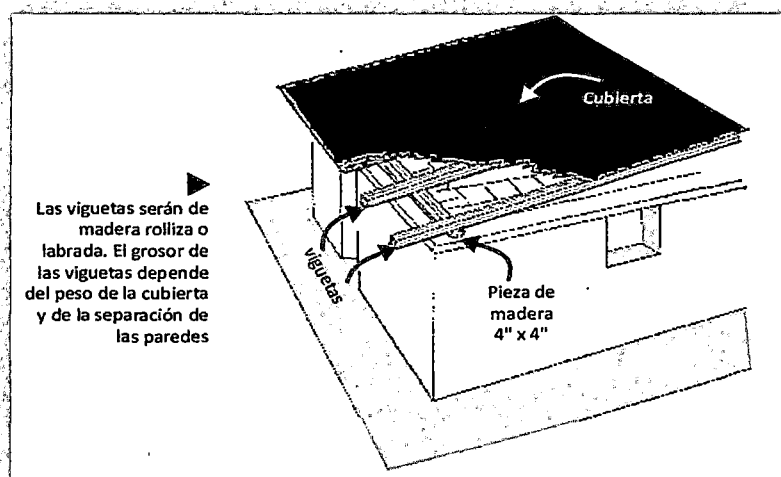


Figura N° 38: Acabado final del techo de una vivienda.

1.5.7 MORTEROS

Según Norma Técnica E.080 [Artículo 7]:

Los morteros se clasificaran en dos grupos.

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

Se considera que las juntas de la albañilería constituyen las zonas críticas, en consecuencia ellas deberán contener un mortero del tipo I o II de buena calidad.

1.5.7.1 Mortero Tipo I

Mortero de suelo y algún aglomerante como cemento, cal o asfalto.

Deberá utilizarse la cantidad de agua que permita una adecuada trabajabilidad.

Las proporciones dependen de las características granulométricas de los agregados y de las características específicas de otros componentes que puedan emplearse.

1.5.7.2 Mortero Tipo II

La composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá una calidad menor que las mismas.

Deberá emplearse la cantidad de agua que sea necesaria para una mezcla trabajable.

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente.

1.5.8 ESFUERZOS ADMISIBLES

Según Norma Técnica E.080 [Artículo 8]:

Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse.

Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos.

- Resistencia a la compresión de la unidad:

$$f_o = 12 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia a la compresión de la albañilería:

$$f_m = 0.2 f_o \text{ o } \text{kg/cm}^2$$

- Resistencia a la compresión por aplastamiento:

$$1.25 f_m$$

- Resistencia al corte de la albañilería::

$$V_m = 0.25 \text{ kg/cm}^2$$

1.5.8.1 Resistencia a la compresión de la unidad

La resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe.

El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos,

definiéndose la resistencia última (f_o) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.

Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de f_o mínimo aceptable de 12 kg/cm^2 .

La resistencia a la compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma y no de la albañilería.

1.5.8.2 Resistencia a la compresión de la albañilería

La resistencia a la compresión de la albañilería podrá determinarse por:

- a) Ensayo de pilas con materiales y tecnología a usar en obra.

Las pilas estarán compuestas por el número entero de adobes necesarios para obtener un coeficiente de esbeltez (altura / espesor) del orden de aproximadamente tres (3), debiéndose tener especial cuidado en mantener su verticalidad.

El número mínimo de adobes será de cuatro (4) y el espesor de las juntas será de 2 cm. La disposición del ensayo será la mostrada en la figura 42.

El tiempo de secado del mortero de las pilas será de 30 días y el número mínimo de pilas a ensayar será de tres (3).

Mediante estos ensayos se obtiene el esfuerzo último f'_m en compresión de la pila, considerándose aquel valor que sobrepasa en 2 de la 3 pilas ensayadas.

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

$f_m = 0.25 f'_m$, donde: f'_m = esfuerzo de compresión último de la pila.

- b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de pilas, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible:

$$f_m = 20 \text{ Kg/cm}^2$$



Figura N° 39: Pilas de adobe aún frescas luego de su construcción.

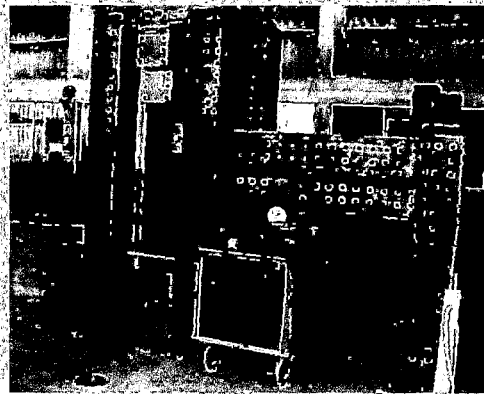


Figura N° 40: Máquina de ensayo de compresión axial.

1.5.8.3 Resistencia a la compresión por aplastamiento

El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento será: $1,25 f_m$

1.5.8.4 Resistencia a la corte de la albañilería

La resistencia al corte de la albañilería se podrá determinar por:

- a) Ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra.

La disposición del ensayo será la mostrada en la figura 43.

Se ensayarán un mínimo de tres (3) especímenes.

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

$$V_m = 0,4 f'_t \text{ donde: } f'_t = \text{esfuerzo último del murete de ensayo.}$$

Este valor será el sobrepasado por 2 de cada 3 de los muretes ensayados.

- b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de muretes, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible al corte:

$$V_m = 0,25 \text{ Kg/cm}^2$$

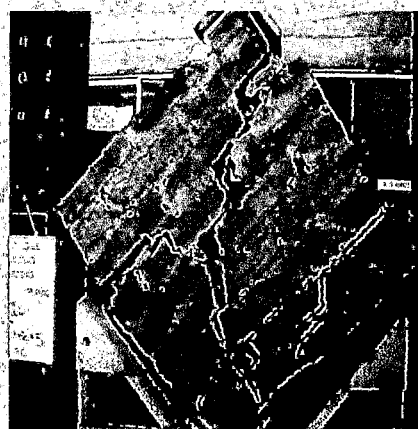


Figura N° 41: Máquina de ensayo de compresión diagonal.

1.5.9 DISEÑO DE MUROS

Según Norma Técnica E.080 [Artículo 9]:

1.5.9.1 Diseño de muros longitudinales

La aplicación de la resistencia V_m se efectuará sobre el área transversal crítica de cada muro, descontando vanos si fuera el caso.

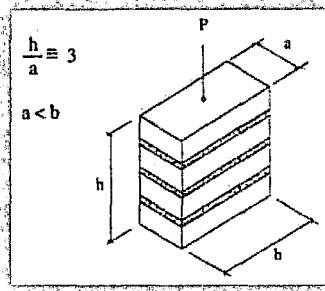


Figura N° 42: Ensayo de compresión axial.

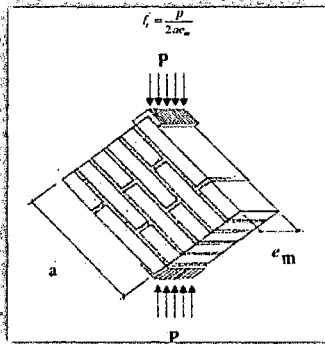


Figura N° 43. Ensayo de compresión diagonal

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE PROYECTO

2.1.1 GENERALIDADES

La localidad de Rancho; es una comunidad antigua y con una población muy afectada en todo aspecto, por lo tanto la pobreza aún persiste en esta zona de estudio.

Las construcciones de adobe; en la gran mayoría no son adecuadas técnicamente, los que construyen no tienen los conocimientos y mucho menos la asistencia técnica necesaria, por lo tanto no garantizan la resistencia a un movimiento sísmico (terremoto) en el futuro. Los problemas más deficientes del adobe y de las viviendas son: selección de cantera, geológicos, geotécnicos, estructurales y arquitectónicos; por lo tanto las construcciones en las zonas del estudio cada vez son más deficientes y vulnerables. La presente tesis, plantea; a la población de escasos recursos que no cuenta con una asistencia técnica necesaria y superar los diversos

problemas en el proceso constructivo de las construcciones de adobe, teniendo en consideración la Norma Peruana E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

a. Ubicación política

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Localidad : CC. PP. Ranca

b. Ubicación geográfica

Coordenadas UTM : 8542712N, 580065E

Altitud : Oscila entre 3080 m.s.n.m. a 3290 m.s.n.m.

c. Límites:

La localidad de Ranca, se encuentra limitada por:

- Por el Norte, con la localidad de Huaypuquio.
- Por el Sur, con el distrito de Carmen Alto.
- Por el Este, con el CC. PP. de Huascaura.
- Por el Oeste, con el distrito de Socos.

d. Vías de Comunicación:

La zona donde se desarrolló el estudio, es por la vía Los Libertadores; carretera hacia Pisco, con una distancia aproximado de 12 km., desde la ciudad de Ayacucho.

En la actualidad existe una empresa que brindan servicios de transporte interurbano rural (línea N° 15) con un servicio constante, desde San Elena hasta Chanchoccocha - Rancho.



Figura N° 44: Vista satelital de la localidad de Rancho y anexos; mediante Google Earth.

Figura N° 45: Mapa de Ubicación y Localización de la zona de estudio.

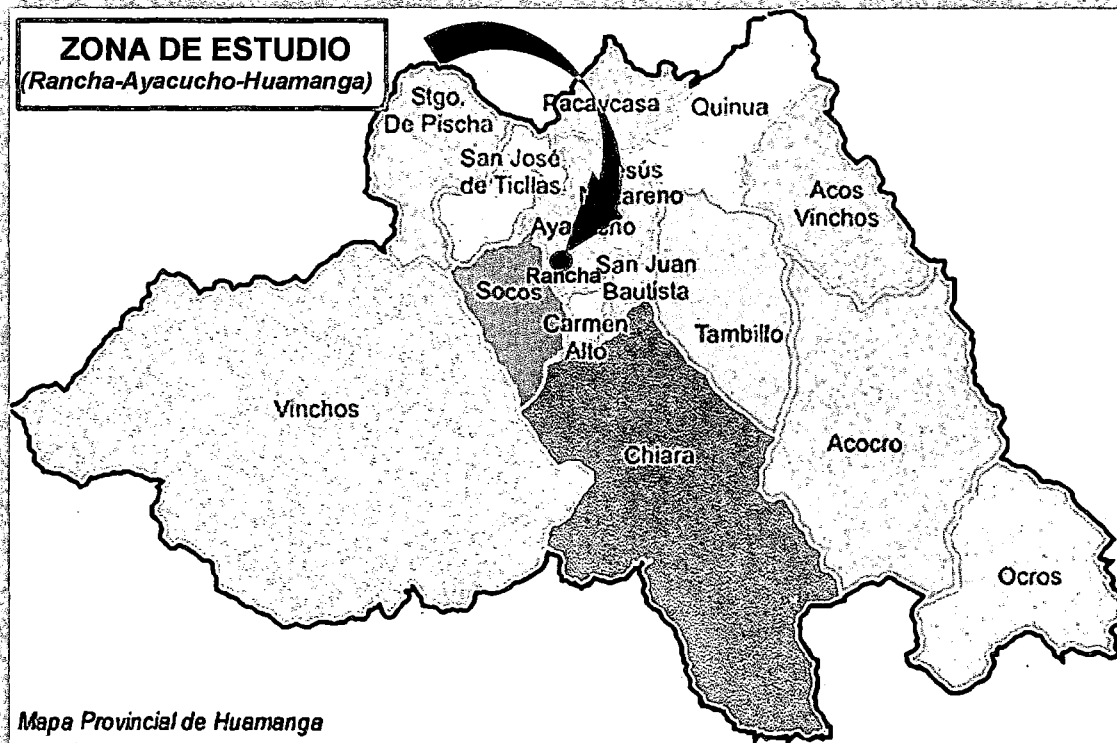




Figura N° 46: Vista panorámica de la localidad de Rancho.

2.2 MATERIALES Y EQUIPOS

2.2.1 MATERIALES

- Ensayo estándares de Mecánica de Suelos con fines de cimentaciones.
- Material bibliográfico propio (Libros) y de la biblioteca de la UNSCH.
- Materiales de escritorio.
- Investigaciones científicos (Tesis PUCP, UNSCH).

2.2.2 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Equipos de laboratorio de mecánica de suelos.
- GPS.
- Computadora
- Impresora a laser y tinta.
- Microsoft Office 2013.

- Software ETABS 2013.
- AutoCAD 2013.
- Revit 2015.
- Flexómetro.
- Wincha 30 m.
- Cámara fotográfica.
- Pico y pala
- Otros.

2.3 MÉTODOS

2.3.1 FASE DE CAMPO

2.3.1.1 EVALUACIÓN DE LAS VIVIENDAS DE ADOBE

✓ **Viviendas en la localidad de Rancho;** en el cuadro N° 05 se muestra las viviendas evaluadas, este cuadro presenta dos tipos de construcción: adobe (de uno y dos pisos) y mixtas (con ladrillo, tapial o piedra). Se evaluaron un total de 593 viviendas en los cuatro anexos de la Localidad Rancho de los cuales 536 son de adobe, las viviendas de adobe representa 90.39 % y las construcciones mixtas representan el 9.61 %.

Cuadro N° 05: Distribución de las viviendas de acuerdo al material y el número de pisos

N° PISOS	ADOBE			TAPIAL			PIEDRA			LADRILLO				TOTAL
ANEXO	1º P	2º P	Total	1º P	2º P	Total	1º P	2º P	Total	1º P	2º P	3º P	Total	
Centro	122	77	199	10	1	11	3	-	3	11	1	-	12	225
Chimpapuquio	60	57	117	1	-	1	2	-	2	8	2	1	11	131
Huayrapata	25	15	40	2	-	2	3	-	3	-	-	-	0	45
Uraypampa	59	41	100	1	-	1	2	-	2	1	-	-	1	104
Huayllapata	51	29	80	2	-	2	3	-	3	3	-	-	3	88
TOTAL	317	219	536	16	1	17	13	0	13	23	3	1	27	593.0
PORCENTAJE (%)	59.14	40.86	100.00	94.12	5.88	100.00	100.00	0.00	100.00	85.19	11.11	3.70	100.00	%
% Total	90.39			2.87			2.19			4.55				100.00

✓ **El número de pisos;** en forma general en el cuadro N° 05, se tiene 317 viviendas de un piso que representa el 59.14 % de todas las viviendas de adobe y 219 viviendas de dos que representa el 40.86 %. Las construcciones de un piso se encuentran ubicadas en su mayoría en el Anexo de Centro.

✓ **Las características estructurales de las viviendas;** se muestra en el cuadro N° 05 el número de viviendas por cada tipo de material de construcción, en la figura N° 47 y N° 48; muestra la distribución de unidades y porcentual respectivamente de los diferentes tipos de material de construcción.

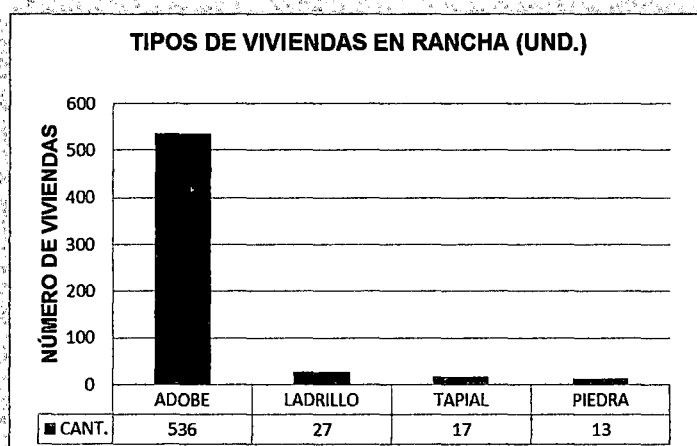


Figura N° 47: Tipos de viviendas de acuerdo al material de construcción.

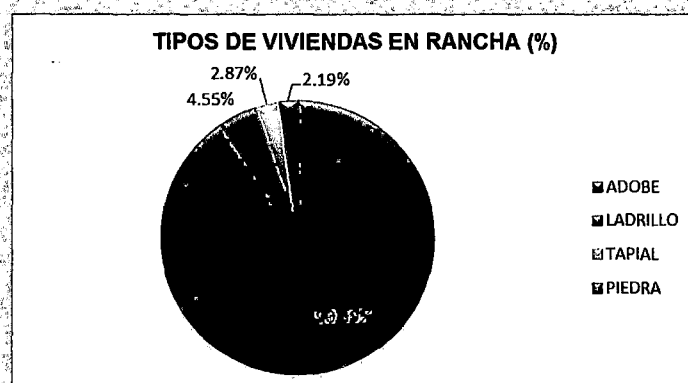


Figura N° 48: Tipos de viviendas porcentuales de acuerdo al material de construcción.

✓ **Tipos de cimentación;** las viviendas evaluadas aparecen en el siguiente cuadro N° 06, donde se establece que la cimentación de las construcciones de adobe generalmente es de piedra y barro de 99.07%, y de cimentación de piedra y concreto de 0.93%, las evaluaciones de cimentación se realizaron en todas las construcciones de adobe (536 viviendas).

Cuadro N° 06: Distribución del tipo de cimentación de las construcciones de adobe.

ANEXO	CIMIENTO DE PIEDRA Y BARRO	CIMIENTO DE PIEDRA Y CONCRETO	TOTAL
Centro	196	3	199
Chimpapuquio	116	1	117
Huayrapata	40	-	40
Uraypampa	100	-	100
Huayllapata	79	1	80
TOTAL	531	5	536
%	99.07	0.93	100.00

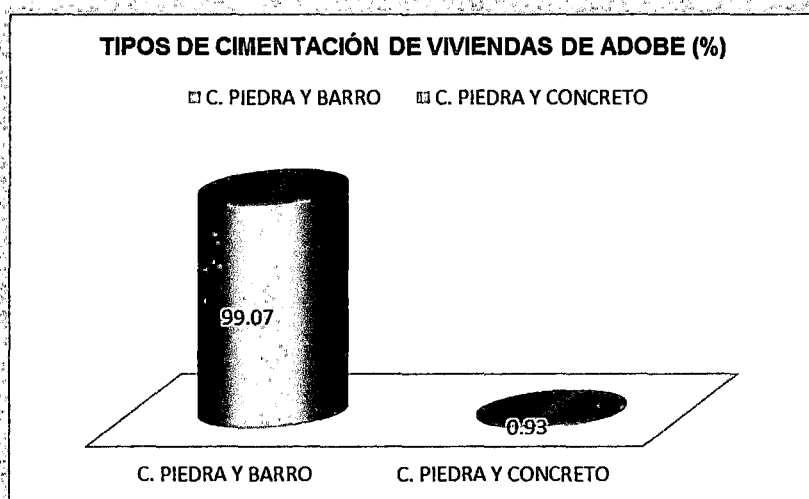


Figura N° 49: Distribución porcentual del tipo de cimentación.

✓ **Tipo de cobertura;** en el cuadro N° 07, muestra cuatro de cubiertas: calamina, eternit, teja, además existen combinaciones entre ellas.

La cobertura de teja representa el 79.51 %, el que le sigue en importancia la calamina con 13.60 %, el que le sigue teja-calamina con 4.95 % y como último en uso es el eternit con 1.94 %. Por lo tanto el que predomina en la

localidad de Rancho y en sus cuatro anexos son las viviendas con cobertura de teja es decir desde la antigüedad hasta a actualidad.

Cuadro N° 07: Tipos de cobertura.

ANEXO	CALAMINA	ETERNIT	TEJA	TEJA CALAMINA	TOTAL
Centro	22	5	176	10	213
Chimpapuquio	20	3	90	7	120
Huayrapata	7	-	37	1	45
Uraypampa	15	1	81	6	103
Huayllapata	13	2	66	4	85
TOTAL	77	11	450	28	566
%	13.60	1.94	79.51	4.95	100.00

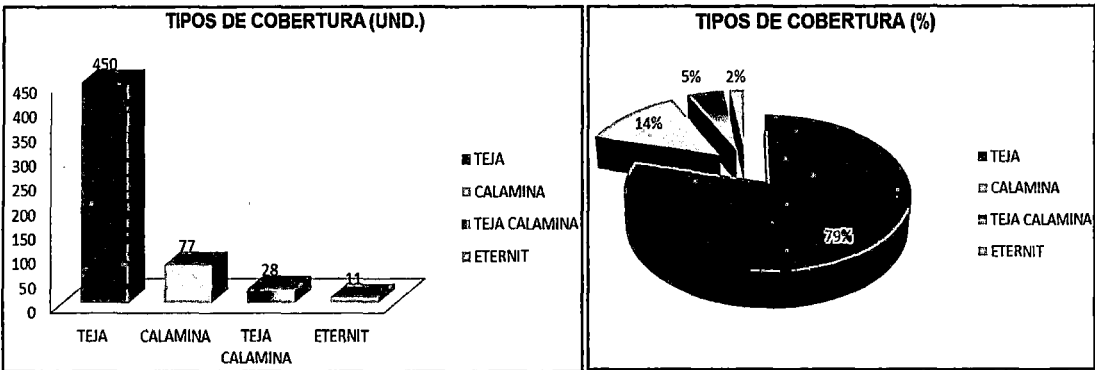


Figura N° 50: Tipos de cobertura porcentual.

✓ **Daños o fallas en las viviendas evaluadas;** se refiere a todo tipo de daño que posee una vivienda, ya sea de carácter estructural o constructivo, como se aprecia en cuadro N° 08 en general las viviendas con daño representan el 30.97 %, además se observa que los daños en las viviendas de un piso y de dos pisos son de proporciones similares.

Cuadro N° 08: Daños y/o rajaduras en las viviendas de adobe.

ANEXO	DE UN PISO		DE DOS PISOS		TOTAL		TOTAL
	SIN	CON	SIN	CON	SIN	CON	
Centro	87	35	44	33	131	68	199
Chimpapuquio	44	16	36	21	80	37	117
Huayrapata	20	5	10	5	30	10	40
Uraypampa	43	16	28	13	71	29	100
Huayllapata	38	13	20	9	58	22	80
TOTAL	232	85	138	81	370	166	536
				%	69.03	30.97	100.00

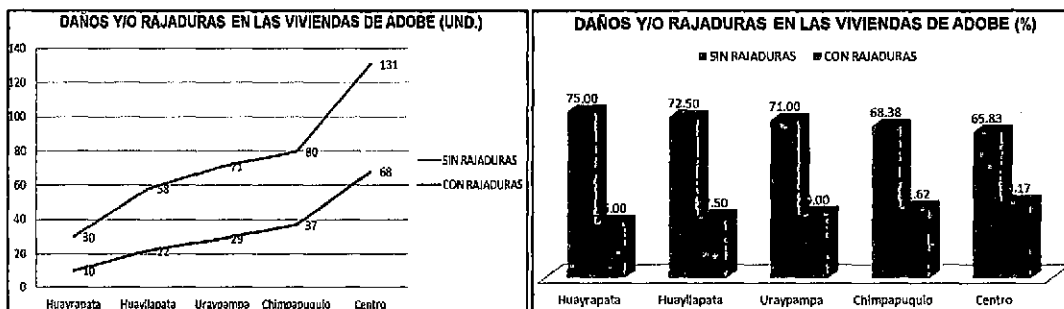


Figura N° 51: Daños y/o rajaduras porcentuales en las viviendas de adobe.

✓ **Rajaduras en muros y elementos estructurales;** entiéndase a las rajaduras como consecuencia ya sea por la mala calidad constructiva o por haber expuesta a un sismo.

En las construcciones de adobe en la localidad de Rancho, se realizó una evaluación exhaustiva in situ antes y durante la ejecución de la tesis, que comprende en la apertura de las calicatas para determinar la amplificación sísmica y el análisis de cimentación de viviendas en la zona de estudio.



Figura N° 52: Grieta vertical y diagonal en vivienda de un piso en el Sector I.



Figura N° 53: Grieta vertical y diagonal en vivienda de dos pisos en el Sector II.

2.3.1.2 EXCAVACIÓN DE CALICATAS

Se realizó la excavación de 02 calicatas en los dos sectores de exploración a cielo abierto, por lo cual se pudo apreciar directamente el perfil estratificado de la zona, de tal manera se pudo cubrir el área de influencia del posible emplazamiento de la cimentación de las construcciones a proyectar. Extrayéndose muestras en cantidad suficiente que nos ha permitido inferir características del terreno de cimentación.

Cuadro N° 09: Clasificación de perfil del suelo.

N°	EVALUACION TÉCNICA	EXPLORACIÓN	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDA D	ESPESOR	SUELO
1	DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, RANCHA	C-1	E1/M1	0.00 - 1.70	1.70	ARENA ARCILLOSA
			E2/M2	1.70 - 1.90	0.20	ARENA LIMOSA
			E3/M3	1.90 - 3.00	1.10	ARCILLA LIGERA ARENOSA
2	DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, RANCHA	C-2	E1/M1	0.00 - 0.90	0.90	ARCILLA LIGERA CON ARENA
			E2/M2	0.90 - 1.40	0.50	ARCILLA LIGERA ARENOSA
			E3/M3	1.90 - 1.70	0.30	AREA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y GRAVA
			E3/M3	1.7 - 3.00	1.30	ARENA LIMO - ARCILLOSA

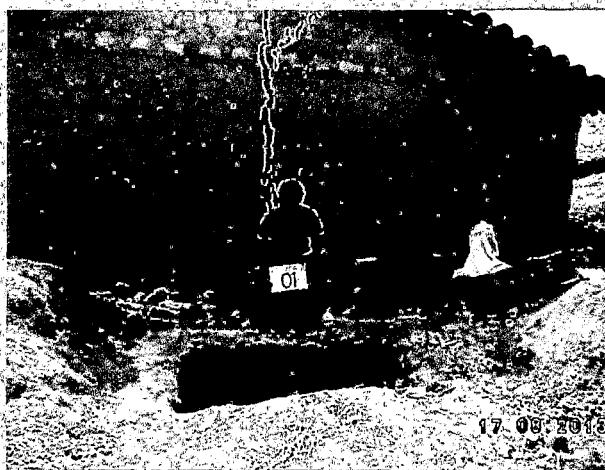


Figura N° 54: Exploración de calicata en el Sector I.



Figura N° 55: Fondo de calicata a una profundidad de 3.00 m. en el Sector I.



Figura N° 56: Exploración de calicata en el Sector II.



Figura N° 57: Fondo de calicata a una profundidad de 3.00 m. en el Sector II.

2.3.2 FASE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

a. Ensayos Estándares.

Se efectuaron los siguientes ensayos estándar de Laboratorio, para la clasificación de suelos y determinar las propiedades físicas, siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América.

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422)
- ✓ Límites de consistencia de Atterberg (ASTM D-4318)
- ✓ Ensayo de clasificación de suelos (ASTM D-2487)

b. Análisis de la cimentación

I. Análisis de datos, estrato de cimentación y profundidad de cimentación

Es necesario conocer la estructura del estado inicial del suelo, donde se apoyara la estructura, para poder comprender como será su comportamiento y estructura ante las diferentes solicitaciones externas antrópicas y geológicas a la que está sometida. Los suelos en la zona de estudio donde estará apoyada la cimentación de la nueva estructura a proyectar están conformados básicamente por depósitos aluviales y sedimentarios.

II. Capacidad de la carga admisible frente al hundimiento de la cimentación.

Para el presente estudio haremos los cálculos de capacidad de carga admisible por la fórmula de Vesic, teniendo en cuenta la compresibilidad del suelo, comparándolo con la fórmula de Terzaghi.

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría para evaluar la capacidad última de carga de cimentaciones superficiales, la cual dice que una cimentación es superficial si la profundidad D_f de la cimentación es menor que o igual al ancho de la misma. Sin embargo investigadores posteriores han sugerido que cimentaciones con D_f igual a 3 ó 4 veces el ancho de la cimentación se definen como cimentaciones superficiales.

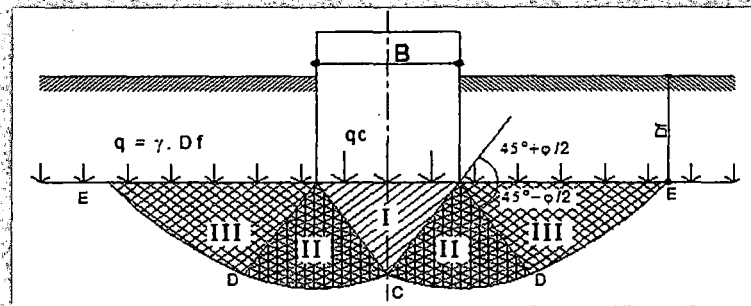


Figura N° 58: Zona de falla bajo la cimentación.

Terzaghi sugirió que para una cimentación continua o de franja (es decir, la razón de ancho a largo de la cimentación tiende a 0), la superficie de falla en un suelo bajo carga última se supone similar a la mostrada en la figura, (Note que este es el caso de la falla cortante general).

El efecto del suelo arriba del fondo de la cimentación se supone reemplazado por el efecto de una sobrecarga equivalente $q = \gamma D_f$ (donde γ = peso específico del suelo). La zona de falla bajo la cimentación se separa en tres partes. Se ha determinado la capacidad admisible de carga del terreno basándose en las características de resistencia del suelo.

III. Análisis de asentamiento de la cimentación

De manera instantánea al aplicar la carga se produce un cierto asentamiento (S_i), después del asentamiento instantáneo se produce la disipación de los

excesos de presión intersticial generados, es decir el asiento de consolidación primaria (S_c), por último algunos suelos pueden seguir asentado después de que todo el exceso de presión intersticial se ha disipado. Este asentamiento se produce a tensión efectiva constante y corresponde por lo tanto a un proceso de fluencia denominándose asentamiento por consolidación secundaria (S_s).

Por lo tanto el asentamiento total (S_t) será la suma del asentamiento instantáneo, de consolidación primaria y de consolidación secundaria $S_t = S_i + S_c + S_s$.

Obviamente en los suelos de alta permeabilidad (granulares) y en los parcialmente saturados el asentamiento debido a la carga se produce de manera prácticamente simultánea a la aplicación de esta por lo que S_i y S_c no llegan a diferenciarse. (Vallejo 2004).

Como el suelo de fundación del estudio se encuentra en una condición semisaturado y por ser en parte depósitos sedimentarios algo consolidado se podría adoptar el criterio de calcular los asentamientos totales con la fórmula elástica.

IV. Determinación de la capacidad de carga de trabajo de la cimentación

Se debe tener en cuenta que la capacidad de carga admisible de trabajo del terreno varía en función de diversos parámetros intrínsecos y extrínsecos, como son el área de la cimentación, forma de la cimentación, profundidad de cimentación, etc. Por lo cual no se puede hablar de un solo valor de capacidad de carga de trabajo admisible del terreno, si no de varios valores todo para una misma cimentación.

La capacidad de carga de trabajo se considera teniendo no solo en cuenta la seguridad frente a la falla por resistencia al corte (hundimiento), sino también su tolerancia a los asentamientos, de estos dos conceptos se escogerá como capacidad de carga de trabajo el menor valor obtenido que asegure un asentamiento tolerable por la estructura.

V. Tipo de cimentación

De acuerdo a los resultados de la exploración de campo, de los resultados de los ensayos de laboratorio, datos de las cargas proporcionados por los responsables y de la interpretación de los resultados, el tipo de cimentación será del tipo directa superficial.

2.3.3 FASE DE GABINETE

a. Determinación de las características geométricas de las estructuras

- ✓ El primer paso fue conocer las características del material a utilizar, en este caso el "adobe", sus propiedades físicas y mecánicas.
- ✓ Tener amplio conocimiento de las normas E.010 (Madera), E.020 (cargas), E.030 (Diseño sísmoresistente), E.080 (Adobe) del reglamento de edificaciones.
- ✓ Proponer las dimensiones de las estructuras a analizar, estimando el costo de los materiales.

b. Dibujo de planos

- ✓ Con ayuda del AutoCAD 2013, se elaboraron los planos en vista de planta, elevaciones, cortes y detalles constructivos de las edificaciones a ser evaluadas.

- ✓ También se complementó algunos planos de arquitectura en 3D con ayuda del Revit 2014.

c. Metrado de cargas

- ✓ Conociendo la configuración de las estructuras, así como el tipo de material a emplear se procede al metrado de cargas para luego aplicar esta información e introducirlo al software y hacer las corridas respectivas.

d. Análisis estructural mediante el software de estructuras

- ✓ Se sometió la estructura propuesta al programa del cálculo estructural ETABS 2013, previo conocimiento de los datos exigidos por el Software.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 RESULTADOS

3.1.1. RESULTADOS DEL ENSAYO DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

a. Ensayos Estándares.

En el cuadro siguiente se presenta el resumen de los resultados obtenidos en los ensayos estándar:

Cuadro N° 10: Resultados de los ensayos estándares.

MUESTRA		% GRAVA	% ARENA	% FINOS	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	D ₁₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₅ (mm)
C-01	E - 3	5.7	41.3	53.1	0.0139	0.042	0.127	9.1	1.0	0.021	0.070	1.153
C-02	E - 1	1.2	21.8	77.0	0.0096	0.029	0.058	6.0	1.5	0.014	0.048	0.278
C-02	E - 3	41.1	50.2	8.8	0.0916	0.663	5.164	56.4	0.9	0.170	2.615	20.482
C-02	E - 4	6.0	49.0	45.0	0.0164	0.049	0.258	15.7	0.6	0.025	0.124	1.854

Cuadro N° 11: Resultados y clasificación de los suelos.

MUESTRA		LL %	LP %	IP %	AASTHO	SUCS	Nombre de Grupo (ASTM 2000) DD-2487
C-01	E - 3	34.4%	16.5%	17.9%	A-6 (6)	CL	Arcilla ligera arenosa
C-02	E - 3	32.3%	21.7%	10.6%	A-6 (7)	CL	arcilla ligera con arena
C-02	E - 4	36.5%	16.6%	20.0%	A-2-6 (0)	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla y grava
C-02	E - 4	24.4%	19.5%	4.9%	A-4 (0)	SC-SM	Arena limo - arcillosa

b. Análisis de la cimentación y cálculo de la capacidad de la carga admisible frente al hundimiento de la cimentación

Para el presente estudio se hizo los cálculos de capacidad de carga admisible por la fórmula de Vesic, teniendo en cuenta la compresibilidad del suelo, comparándolo con la fórmula de Terzaghi.

Las hojas de cálculo se presentan en el anexo IV, del informe de mecánica de suelos.

Cuadro N° 12: Resultados de capacidad de carga admisible sin mejoramiento.

(Sin mejoramiento)

Tipo de Cimentacion	Profundidad Df(m)	Ancho B(m)	Capacidad de carga q_u (Kg/cm ²)	Capacidad de carga admisible $q_{ad tr}$ (Kg/cm ²)
Aislada	0.48	1.00	1.48	0.49
	1.50	1.00	3.26	1.09
	2.00	1.00	4.14	1.38
	3.00	1.00	5.88	1.96
	4.00	1.00	7.62	2.54
	5.00	1.00	9.32	3.11

Cuadro N° 13: Resultados de capacidad de carga admisible con mejoramiento.

(Con mejoramiento)

Tipo de Cimentacion	Profundidad Df(m)	Ancho B(m)	Capacidad de carga q_u (Kg/cm ²)	Capacidad de carga admisible $q_{ad tr}$ (Kg/cm ²)
Aislada	1.20	1.00	2.74	0.91
	1.50	1.00	3.26	1.09
	2.00	1.00	4.14	1.38
	3.00	1.00	5.88	1.96
	4.00	1.00	7.62	2.54
	5.00	1.00	9.32	3.11

c. Análisis de asentamiento de la cimentación

Se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento total de la cimentación a un cierto valor para que los asentamientos diferenciales sean tolerables por la estructura, definiendo una carga admisible de trabajo a la menor de las cargas admisibles ya sea por resistencia al corte o por asentamiento.

El resumen del análisis de los asentamientos se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 14: Resultados de asentamiento de la cimentación sin mejoramiento.

(Sin mejoramiento)

Tipo de Cimentacion	Profundidad Df(m)	Ancho B(m)	Capacidad de carga q_u (Kg/cm ²)	Capacidad de carga admisible $q_{ad tr}$ (Kg/cm ²)	Asentamiento S_i (cm)
Aislada	0.48	1.00	1.48	0.49	2.56
	1.50	1.00	3.26	1.09	5.62
	2.00	1.00	4.14	1.38	7.12
	3.00	1.00	5.88	1.96	10.12
	4.00	1.00	7.62	2.54	13.13
	5.00	1.00	9.32	3.11	16.05

Cuadro N° 15: Resultados de asentamiento de la cimentación con mejoramiento.

(Con mejoramiento)

Tipo de Cimentacion	Profundidad Df(m)	Ancho B(m)	Capacidad de carga q_u (Kg/cm ²)	Capacidad de carga admisible $q_{ad tr}$ (Kg/cm ²)	Asentamiento S_i (cm)
Aislada	1.20	1.00	2.74	0.91	0.49
	1.50	1.00	3.26	1.09	0.58
	2.00	1.00	4.14	1.38	0.74
	3.00	1.00	5.88	1.96	1.05
	4.00	1.00	7.62	2.54	1.36
	5.00	1.00	9.32	3.11	1.66

d. Determinación de la capacidad de carga de trabajo de la cimentación

Haciendo un análisis de todos los datos se obtuvo como capacidad de carga admisible de trabajo, que asegure que los asentamientos esperados estén dentro de lo permisible, siendo este valor de:

(Sin Mejoramiento):

$$q_{ad \text{ trab}} = 0.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ para cimentación superficial}$$

Cuadro N° 16: Resultados de la capacidad admisible de la cimentación con mejoramiento.

Tipo de Cimentacion	Profundidad Df (m)	Capacidad de carga admisible $q_{ad \text{ tr}}$ (Kg/cm ²)
Aislada	1.20	0.91
	1.50	1.09
	2.00	1.38
	3.00	1.96
	4.00	2.54
	5.00	3.11

3.1.2. RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO EN GABINETE

A. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS ESTRUCTURAS.

a. Adobe:

(ARISTA, 2012), realizó trabajo de investigación de "Análisis estructural de adobe convencional"; a continuación se toma los datos de dicha investigación.

- ✓ Dimensiones del ladrillo: 0.40 x 0.40 x 0.10 m.
- ✓ Módulo de Elasticidad del adobe: 459 kg/cm²

- ✓ Peso por unidad de volumen: 1,600 Kg/m³
- ✓ Masa por unidad de volumen: 163.265 kgf/m³
- ✓ Relación de Poisson: 0.2

b. Norma E.030 Diseño Sismoresistente

- ✓ Factor de zona (Z) = 0.3

Cuadro N° 17: Factor de zona (Norma E.030).

Zona	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

Z: aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

- ✓ Parámetros del suelo (S) = 1.2

Cuadro N° 18: Parámetros de suelo (Norma E.030).

Tipo	Descripción	Tp	S
S1	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1.0
S2	Suelos intermedios	0.5	1.2
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.3	1.4
S4	Condiciones excepcionales	*	*

Tp: periodo que define la plataforma del espectro para c/tipo de suelo.

S : Factor de suelo.

- ✓ Factor de amplificación sísmica (C).

$$C = 2.5 (T_p/T) \quad ; \quad C < 2.5$$

T: Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.

C: Factor de amplificación (es la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo).

- ✓ Categoría de las edificaciones

$$\text{Factor de uso e importancia (U)} = 1.0$$

Cuadro N° 19: Categoría de edificaciones (Norma E.030).

Categorías	Factor U
A Edificaciones Esenciales	1.5
B Edificaciones importantes	1.3
C Edificaciones Comunes	1.0
D Edificaciones Menores	*

✓ **Sistema estructurales**

Coefficiente de reducción de solicitaciones sísmicas (R) = 3

Cuadro N° 20: Sistema estructural (Norma E.030).

Sistema Estructural	Coef. De reducción para Estructuras Regulares
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones Resistentes a momentos	9.5
Otras estructuras acero:	
Arriostres excéntricos	6.5
Arriostres en cruz	6.0
Concreto Armado	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera	7

✓ **Análisis dinámico sismoresistente (combinación modal espectral).**

Cuadro N° 21: Parámetro para el cálculo de esfuerzos sísmicos.

Parámetros	
Z =	0.4
S =	1.2
Tp =	0.5
C =	
U =	1
R =	3

Z= Factor de zona

S= Factor de suelo

Tp= periodo que define la plataforma del espectro para c/ tipo de suelo

C= Factor de amplificación sísmica

U= Factor de uso e importancia

R= Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas

T= Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o dinámico

Sa= Aceleración espectral

g= aceleración de la gravedad

$$C = 2.5 (T_p / T)$$

$$S_a = Z \times U \times C \times S / R$$

$$F = S_a \times m$$

B. COSTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA PROPUESTA

Cuadro N° 22: Costo de construcción de Vivienda.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
TRABAJOS PRELIMINARES					
01.01.00	Limpieza manual de terreno	m2	64.00	1.20	76.80
01.02.00	Trazo y replanteo	m2	64.00	0.85	54.40
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
02.01.00	Excavacion manual de zanjas material suelto	m3	8.88	12.16	107.98
02.02.00	Nivelacion, refine y compactación pison manual	m2	17.76	2.10	37.30
02.03.00	Eliminación de material manual, D=30m.	m3	8.88	8.62	76.55
CONCRETO SIMPLE					
03.01.00	Concreto para Cimiento Corrido 1:10+30% PG	m3	8.88	105.64	938.08
03.02.00	Concreto para Sobrecimiento Corrido 1:8+25% PM	m3	6.37	135.23	861.42
03.03.00	Encofrado y desencofrado normal para sobrecimiento	m2	32.49	21.50	698.54
03.04.00	Concreto para falso piso e=4" mezcla 1:6 C:H	m2	37.84	15.80	597.87
ALBAÑILERIA					
04.04.00	Muros de adobe	m2	112.97	10.50	1,186.19
CARPINTERIA DE MADERA					
05.01.00	Cumbrera de eucalipto D=6"	ml	8.00	5.00	40.00
05.02.00	Correas de eucalipto 2"x2"	ml	100.80	2.10	211.68
05.03.00	Viga de eucalipto 3"x2"	ml	84.00	2.50	210.00
05.04.00	Cubiertas de eternit	m2	75.34	20.00	1,506.80
05.05.00	Puerta de madera tornillo	m2	9.66	115.00	1,110.90
05.06.00	Ventana de madera	m2	1.60	63.00	100.80
05.07.00	Vidrio transparente simple	p2	20.20	2.50	50.50
				C.D. (S/.)	7,865.79

C. DIBUJO DE PLANOS

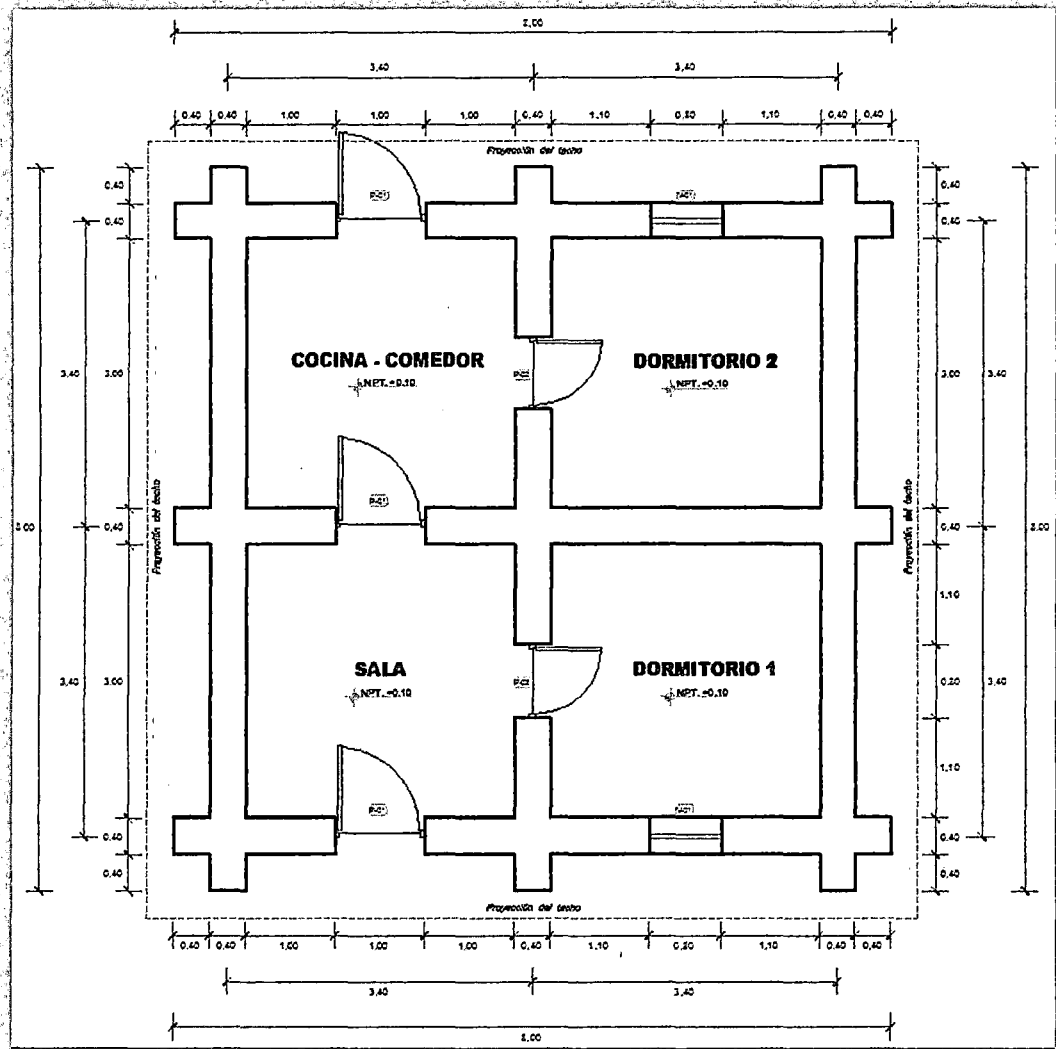


Figura N° 59: Vista de planta de vivienda propuesta.

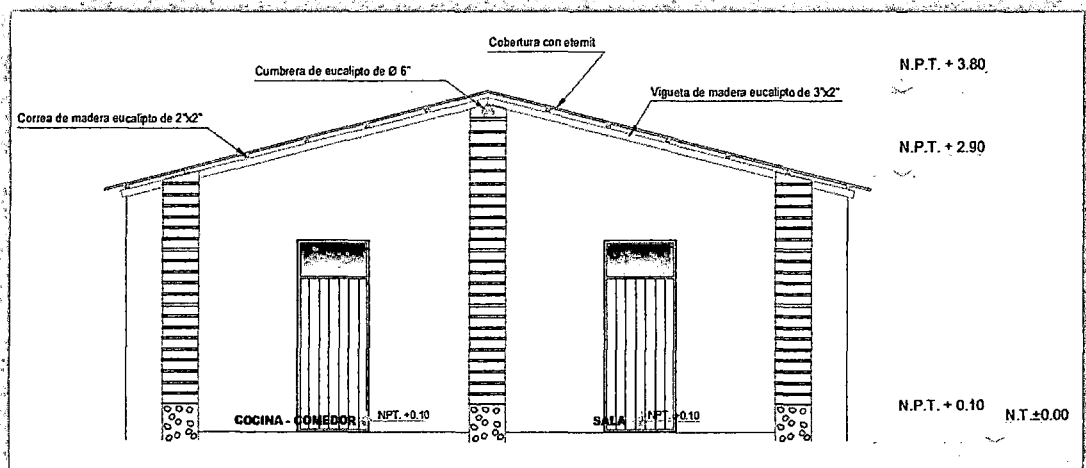


Figura N° 60: Vista de corte lateral de vivienda propuesta.

D. ANÁLISIS ESTRUCTURAL MEDIANTE EL SOFTWARE ETABS 2013

A continuación se menciona el procesamiento con el software:

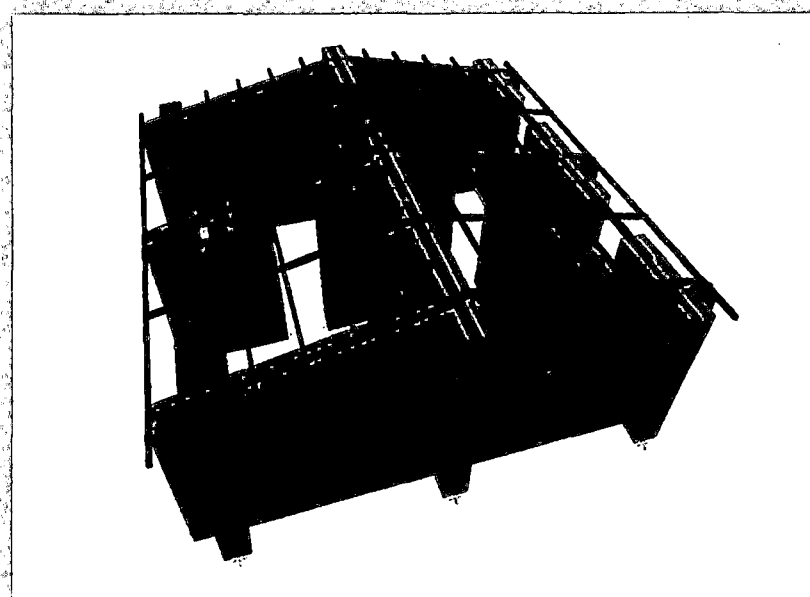


Figura N° 61: Comportamiento virtual de una vivienda.

3.1.3. RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO EN SOFTWARE ETABS 2013.

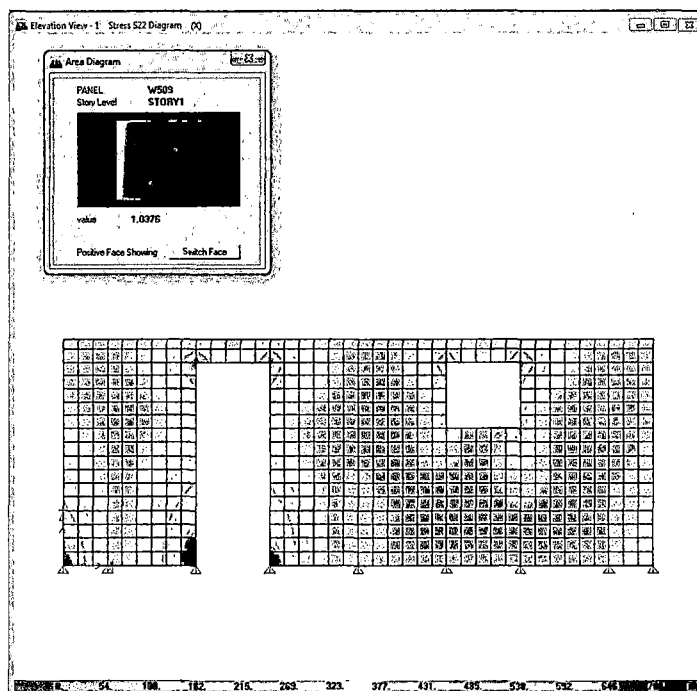


Figura N° 62: Eje X1; esfuerzo cortante cuyo valor es 1.0376 Kgf/cm²

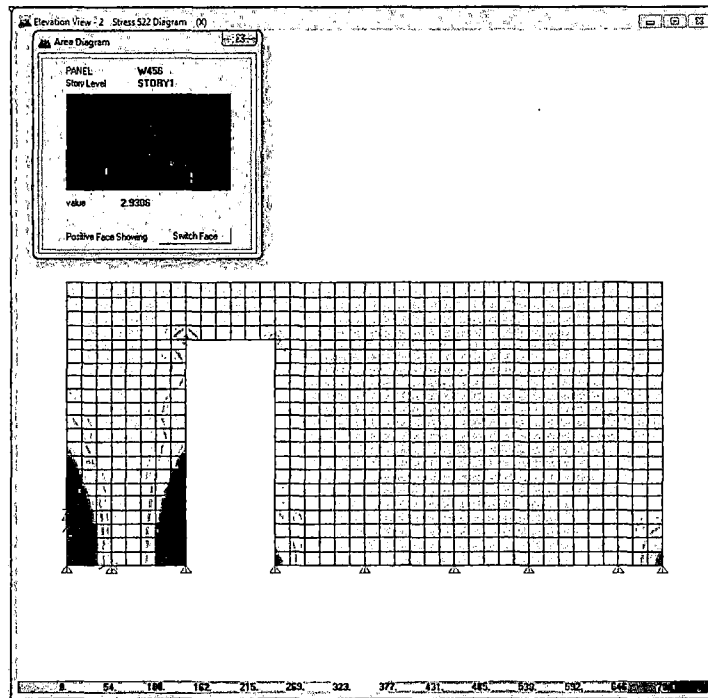


Figura N° 63: Eje X2; esfuerzo cortante cuyo valor es 2.9306 Kgf/cm²

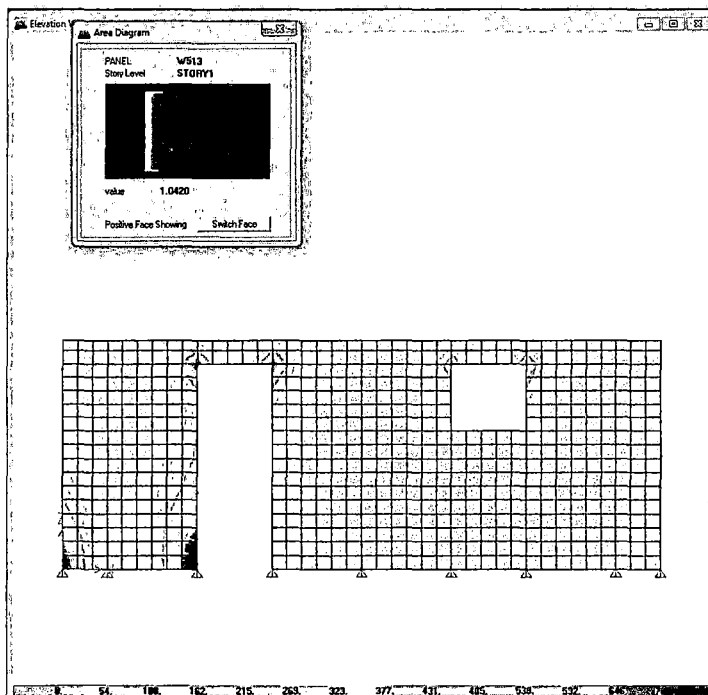


Figura N° 64: Eje X3; esfuerzo cortante cuyo valor es 1.0420 Kgf/cm²

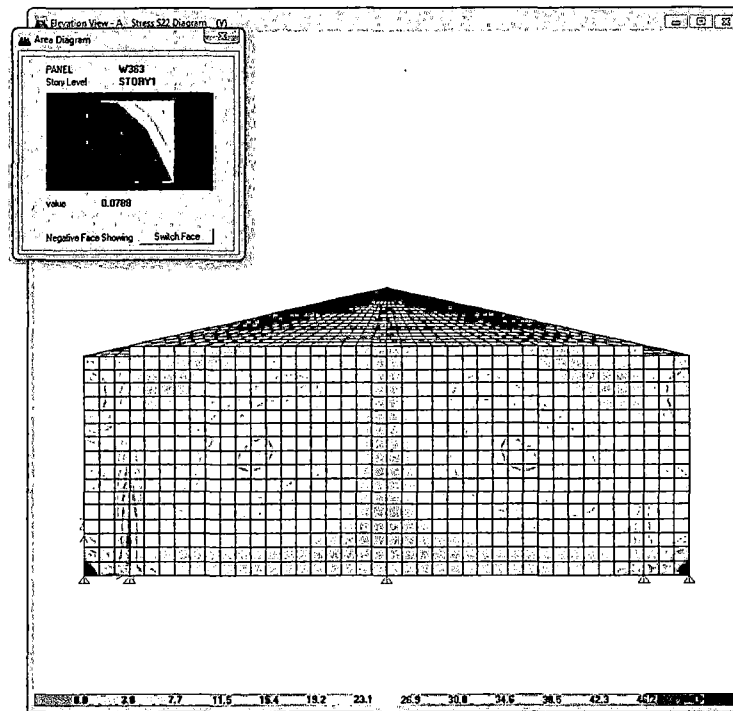


Figura N° 65: Eje YA; esfuerzo cortante cuyo valor es 0.0788 Kg/cm²

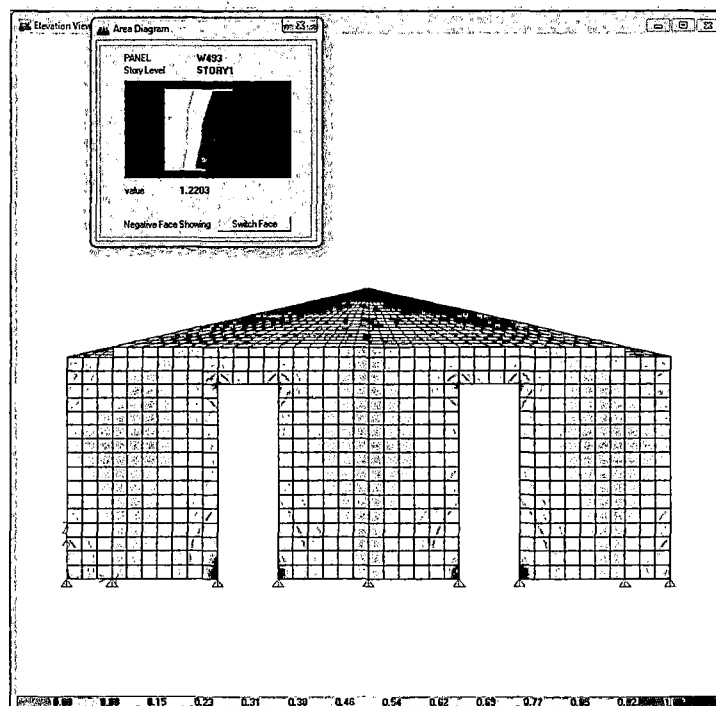


Figura N° 66: Eje YB; esfuerzo cortante cuyo valor es 1.2203 Kg/cm²

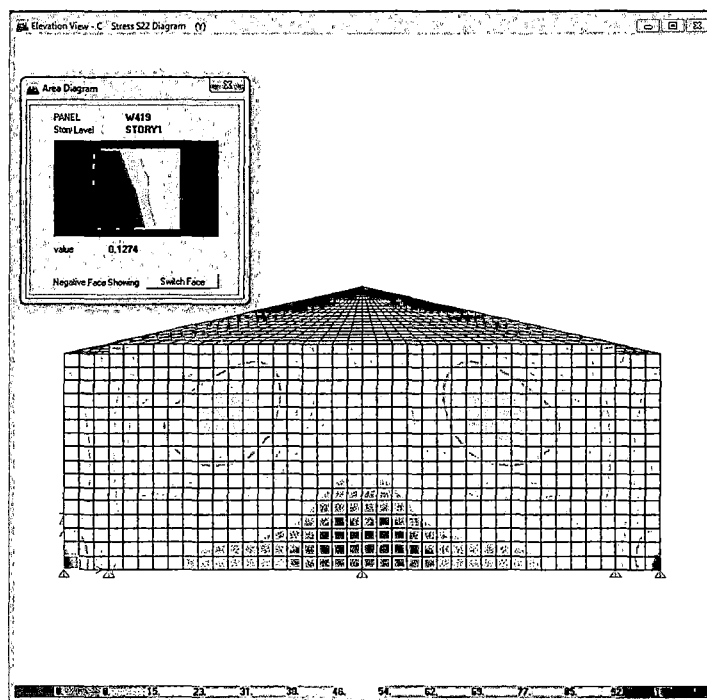


Figura N° 67: Eje YC; esfuerzo cortante cuyo valor es 0.1274 Kg/cm²

3.2 DISCUSIONES

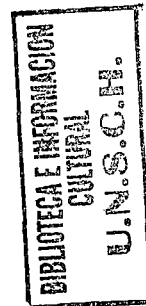
- En la localidad de Rancho, se evaluaron un total de 593 viviendas en los cinco anexos de la localidad; de los cuales 536 son de adobe, es decir más de 90.39% y el 9.61% son construcciones mixtas. También se manifiesta presencia de fallas, daños y rajaduras; en un 30.97% y el 69.03% libre de fallas, daños y rajaduras.
- La gran mayoría de las viviendas se encuentran con arquitectura que no se rige a la Norma Técnica Peruana E.080, como en reducidas y sobredimensionamiento de ambientes, vanos, puertas, ventanas y entre otros; por falta de asesoramiento técnico; que son construidas tradicionalmente, por tal motivo se plantea una propuesta técnica de las construcciones de viviendas con adobe, según los estudios realizados y

los resultados obtenidos en el laboratorio y gabinete respectivamente, y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Por otro lado; las construcciones en la localidad de Rancho no son tan vulnerables como indica la Norma Técnica, porque las investigaciones y experiencia que adopta dicha Norma mayormente se basa en la costa peruana y no así en la sierra.
- El estudio de la ingeniería de mecánica de suelos, que se realizó en los sectores de las construcciones de mayor riesgo o peligro de colapsar, que se hizo los ensayos en el laboratorio con fines de cimentaciones y plantear una propuesta técnica, y en otros sectores no se realizó el dicho ensayo de laboratorio porque el terreno es de mayor estabilidad, y cabe mencionar que hay otros sectores en la localidad de Rancho de presencia de falla geológica; que las construcciones más antiguas colapsaron.
- Se ha llegado a comprobar los esfuerzos por cortadura calculadas manualmente y el programa *ETABS 2013*, muestra a lo largo del muro de adobe, que se encuentran dentro del rango; menores a 0.25 kg/cm^2 , que plantea la Norma Técnica de Edificaciones; se observa en los extremos del muro o a partir de los colores amarillos hacia azul considerándose crítico, que puede ocurrir falla del muro por corte o tracción; los cuales son mínimas, de tal manera más la aplicación del sistema de refuerzo con la geomalla asegura la mejor resistencia de la estructura.
- Se observa pequeñas deformaciones donde existen los vanos como puertas y ventanas, si fuera necesario requiere atención o mayor reforzamiento con el sistema estructural o doble cubierta con geomalla. En tal sentido el sistema de refuerzo estructural con geomalla y viga de

madera; como refuerzo vertical y horizontal, proporciona mayor esfuerzo por cortadura y flexión, buen confinamiento estructural; así mismo la viga collar rigidiza la edificación y distribuye uniformemente la carga del techo, finalmente para garantizar la sismoresistencia de la vivienda.

- La localidad de Rancho por estar dentro de la Provincia de Huamanga está dentro de la zona 2 de sismicidad; por tal razón no es necesario el reforzamiento estructural con geomalla y refuerzo vertical – horizontal.



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

- La evaluación del diseño estructural y arquitectónica se realizó descriptivamente de las construcciones de adobe en la localidad de Rancho; según la Norma Técnica Peruana E.080, el 30.97 %, de las viviendas presentan daños y fallas estructurales que son vulnerables porque no se rige técnicamente al reglamento por el desconocimiento y no hay el asesoramiento técnico necesario para los que construyen sus viviendas de adobe; que son construidas tradicionalmente por tal motivo se plantea una propuesta técnica de vivienda para la población de Rancho.
- Se realizó el estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación de las estructuras a proyectarse serán dimensionados de tal forma que apliquen al terreno una carga teniendo en cuenta una capacidad de carga admisible de trabajo no mayor de:

(Sin Mejoramiento): $q_{ad \text{ trab}} = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ para cimentación superficial

(Con mejoramiento):

Tipo de Cimentacion	Profundidad Df (m)	Capacidad de carga admisible $q_{ad \text{ tr}}$ (Kg/cm ²)
Aislada	1.20	0.91
	1.50	1.09
	2.00	1.38
	3.00	1.96
	4.00	2.54
	5.00	3.11

Está conformado por un estrato superior de materiales se cobertura, no recomendable como estrato de cimentación, para luego subyacer depósitos aluviales muy flojos, se recomienda cimentar las estructuras a una profundidad de 3.00 m. en la zona de la calicata C-1, y cimentar a una profundidad de 1.70 m. en la zona de la calicata C-2.

Para llegar a las alturas recomendadas en la calicata 1, se podrá mejorar el terreno con rellenos de pedraplenes compactados (Rocas angulosas con rellenos de suelos granulares permeable) entonces se podrá cimentar a una profundidad de 1.20m. como mínimo.

Las conclusiones incluidas en el informe de mecánica de suelos, así como la descripción generalizada del perfil del suelo que presenta, están basados en el programa de exploración de campo descrito en la sección respectiva. De acuerdo a la práctica usual de la ingeniería de Suelos, dicho programa se considera adecuado, para la ubicación del terreno estudiado, su extensión y el tipo de estructura de la que se trata. Por otro

lado la localidad de Rancho se encuentra en una zona de formación de falla geológica, habiendo zonas de mayor riesgo para la construcciones de viviendas.

- Se propone un modelo de una vivienda familiar técnica y económica de acuerdo a la Norma Técnica E.080 del Reglamento Nacional de Edificaciones y también una vivienda sismoresistente frente a un evento sísmico, cumpliendo todo el proceso constructivo que deben aplicar la población de la localidad de Rancho, lo cual requieren una asistencia y capacitación técnica necesaria a los maestros y albañiles de autoconstrucción.

4.2 RECOMENDACIONES

- Es necesario acogerse a las Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, en vista que se encuentran viviendas con muros sobredimensionados y su arquitectura de luces pequeñas en la zona de estudio, se recomienda el modelo de la vivienda propuesta que fue diseñado y modelado mediante el Software ETABS 2013.
- La población de la localidad de Rancho debe de tener conocimiento de los problemas geológicos y geotécnicos que presenta el suelo; no se recomienda construcciones en las zonas riesgosas, porque generan sobre costos y antieconómico en las cimentaciones para viviendas de adobe y otros.
- La informalidad y la pobreza son factores determinantes, por lo que se recomienda generar conciencia sobre el peligro que se representa una casa de adobe sin refuerzo.

- Que la universidad, mediante la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Agrícola, incentive a la investigación de este tipo de estudios ya que el ámbito laboral es el sector rural, de esta forma se crearía una cultura de innovación y creatividad en el estudiante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUTISTA ORTEGA, Florencio. (1994), "Propiedades estructurales del adobe en la ciudad de Ayacucho", Tesis UNSCH, Huamanga – Ayacucho.
- BLONDET Marcial, VILLA GARCIA, M. Gladis. (2009), Texto: Construcción de adobes resistentes a los terremotos, PUCP - Lima - Perú.
- DELGADO SALVADOR CANALES, Ericka Flor. (2006), "Comportamiento sísmico de un módulo de adobe de dos pisos con refuerzo horizontal y confinamientos de concreto armado", Tesis PUCP, Lima.
- DIRECCION NACIONAL DE CONSTRUCIÓN. (2010), Manual de construcción: "Edificaciones antisísmicas de adobe".
- MORALES M. Roberto, TORRES C. Rafael, RENGIFO Luis y IRLA CANDIOTTI Carlos (1993), "Manual Para Construcciones de Viviendas de Adobe"; segunda edición, UNI - Lima - Perú.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. (2006), Norma Técnica E.080.
- RUBIÑOS MONTENEGRO, Álvaro C. (2009), "Propuesta de Reconstrucción Post-terremoto de Viviendas de Adobe Reforzado", Tesis PUCP, Lima.
- SAN BARTOLOMÉ RAMOS, Ángel F. y QUIUN WONG, Daniel R. (2009), "Comportamiento sísmico de viviendas de adobe en los terremotos del 2001 y 2007 en Perú – PUCP – Lima.

ANEXOS

- ENSAYO ESTANDARES DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES E.080 (ADOBE).
- PLANOS (ARQUITECTURA, ESTRUCTURA Y DETALLES)

INGEOTECON



CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA

ENSAYOS ESTANDARES DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

Proyecto:

**“EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS
CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA
E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA,
AYACUCHO-2013”**

Ubicación:

RANCHA / AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO

Fecha:

SEPTIEMBRE DEL 2013

INGEOTECON E.I.R.L.

Ing. Victor Orellana
CAREER

INDICE

1.00 GENERALIDADES

- 1.10 Objeto del estudio.
- 1.20 Condiciones climáticas y altitud
- 1.30 Características del Proyecto.

2.0 GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD

- 2.1 Geomorfología.
- 2.2 Geología.
- 2.3 Sismicidad.

3.0 INVESTIGACIÓN GEOTECNICAS

- 3.10 Calicatas de exploración

4.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

- 4.10 Ensayos estándares

5.0 ANÁLISIS DE CIMENTACION

- 5.10 Análisis de datos y Profundidad de Cimentación
- 5.20 Cálculo de la capacidad portante
- 5.30 Análisis de asentamientos
- 5.40 Determinación de la Capacidad de Carga de Trabajo
- 5.50 Tipo de Cimentación.

6.0 TRATAMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PISOS INTERIORES Y PATIO

7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

Anexo I: Figuras

- Geología local.
- Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas
- Zonificación sísmica del Perú.

INGEOTECON E.I.R.L.

Ing. Victor Portal Quispe
GERENTE

- Plano de Zonificación Geotécnica.

Anexo II: Registros de Exploración.

- Parte de las calicatas.

Anexo III: Ensayos

- Ensayos Estándar de Granulometría – Clasificación.
- Determinación del Limite Liquido y Plasticidad.

Anexo IV: Análisis.

- Análisis de la cimentación - condición drenada cimentaciones aisladas.

Anexo V: Panel Fotográfico

INGEOTECON E.I.R.L.

Ing. Victor Portal Quispe
GERENTE

1.00 GENERALIDADES

1.10 Objeto del Estudio

El presente Estudio de Mecánica de Suelos sirve para el proyecto "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013", encargado por el solicitante del estudio.

1.20 Condiciones Climáticas y Altitud

Se encuentra en la Región Quechua (entre 2000 – 3500 msnm). Distinguiéndose una época de precipitación pluvial en los meses de noviembre a marzo y en el resto del año ambiente seco.

1.30 Características del Proyecto

El presente estudio servirá para complementar en la investigación que está realizando el solicitante en la localidad de Rancho.

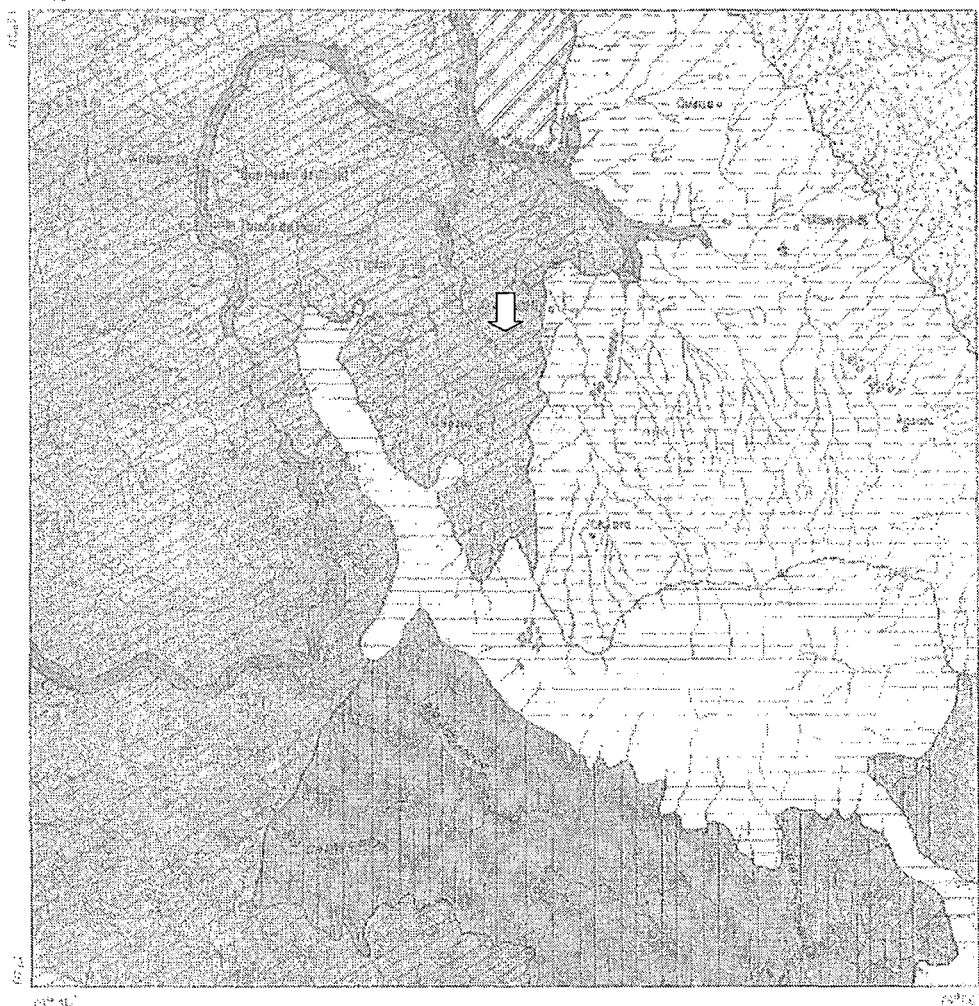
2.0 GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD

2.01 Geomorfología

El desarrollo geomorfológico del área de estudio es el resultado de procesos tectónicos sobre impuestos por los procesos geodinámicos que han dado el modelado actual de la región. Entre los procesos tectónicos que han controlado el modelado tenemos el fallamiento muy probablemente en bloques, que han dado origen a la cuenca de Ayacucho, así como también a los diversos plegamientos existentes, aunado a esto tenemos la intensa erosión causada por los diversos ríos y quebradas existentes, y la litología de las diversas unidades estratigráficas que han dado la configuración actual del relieve, pudiéndose diferenciarse la siguiente unidad en la zona de estudio:

INGEOTECON E.I.R.L.

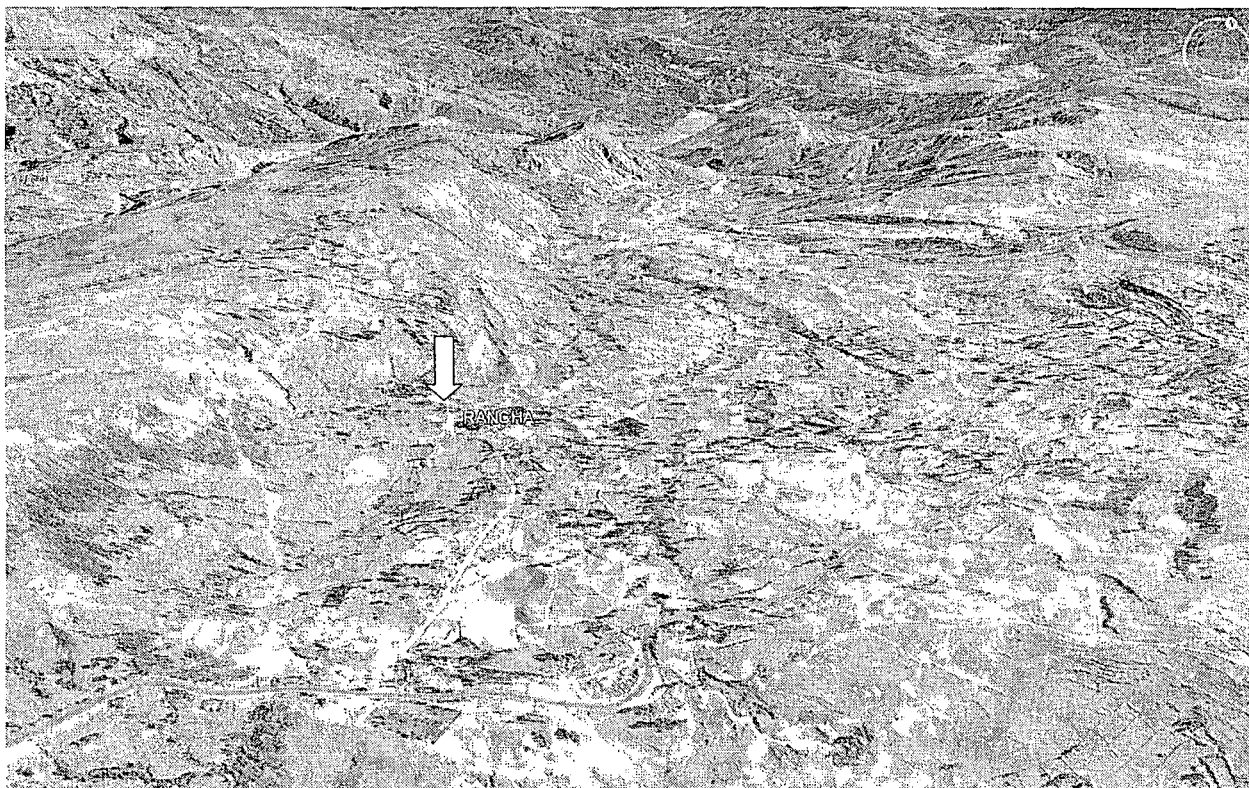
Ing. Victor Portal Quicana
GERENTE



El área de estudio, corresponde a nivel regional a la unidad geomorfológica denominada Estratificación orientales de la Cordillera Occidental que está constituida por una cadenas de cerros, los cuales viene a ser los contrafuertes orientales de la cordillera occidental.

INGEOTECON S.R.L.*Ing. Victor Portal Quicana*
GERENTE

La zona de estudio se encuentra en parte sobre laderas de pendientes suaves que dan hacia el naciente de un valle joven, en la zona se presentan zonas de reptación.



Vista panorámica de la geomorfología de la zona de estudio. Fuente Google 2012.

2.02 GEOLOGIA REGIONAL

Las unidades estratigráficas que afloran en la región, están comprendidas entre el paleozoico y el cuaternario reciente. De la más antigua a la más reciente son como siguen:

2.02.01.- FORMACION HUANTA

Esta formación constituida de secuencias volcánico-sedimentarias se diferencia en tres miembros:

Miembro Inferior: Arenosos - Lutáceo.

Miembro Medio : Volcánico - Conglomerático.

Miembro Superior : Volcánico y volcánico conglomerático.

INGEOTECON E.I.R.L.
Ing. Victor Portal Quicana
GERENTE

Presenta una topografía no muy agreste; debido a su fácil meteorización presentan sus afloramientos sedimentarios una tonalidad algo rojiza.

En general, se trata de una secuencia volcánica clástica con un espesor estimado de más del 2000 m, compuesta de alternancias de rocas sedimentarias y piroclásticas, culminando con un evento paroxismal que erupció una toba lapillítica de gran volumen y extensión.

Miembro Inferior: Litológicamente, está constituida por areniscas arcósicas de grano medio, micro conglomerado con elementos de la misma arenisca, de color rojo intenso y capitas lenticulares de yeso, esto en alternancia con lutitas blanquecinas. La secuencia muestra estratificación cruzada, evidenciando ambiente lagunar y transporte fluvial (Valles de Socos, Rancho).

Miembro Inferior Medio; está constituido por conglomerados heterogéneos con cantos de hasta 30cm, de diámetros de rocas volcánicas, granitos y calizas, y por flujos laharicos en alternancia con flujos piroclásticos de coloración amarillenta - verduzca, indicando un régimen de alta energía debido al relieve y probablemente relacionado a un fuerte movimiento tectónico y acompañado por una actividad volcánica explosiva (camino Ayacucho - Rancho).

Miembro Medio; Esta constituido por una alternancia de flujos lávicos oscuros de espesores hasta de 20m. de los derrames, con estratos de escorias y lapilli que se evidencian en el secotr Norte y cruzando el río Cachi camino a Laramate, con una actividad volcánica intensa, aunque en algunas localidades puede haber estado restringida.

2.02.02.- FORMACION AYACUCHO

Esta formación se halla dividida en tres miembros que afloran entre Ayacucho y Huanta, los mismos que tienen características litológicas propias, en esta formación es la que se encuentra la zona de estudio objeto de análisis; y son como siguen.

INGEOTECON E.I.R.L.**Ing. Víctor Portal Quispe**
GERENTE

a).- MIEMBRO AYACUCHO 1

Corresponde al miembro inferior que descansa sobre la formación Huanta. Litológicamente está constituido por areniscas arcósicas de grano grueso a medio, con estratificación cruzada bien marcada y tobas blancas de composición dacítica. Las tobas son de grano grueso a fino, de poca cohesión y con buena proporción de biotita.

b).- MIEMBRO AYACUCHO 2

Este miembro se caracteriza por ser una toba masiva de color rosado, la cual ocupa gran parte de la cuenca de Ayacucho. La toba tiene una composición que varía de riolítica a dacítica y textura porfírica con grandes fenocristales de feldespatos, especialmente plagioclasa que llegan a los 5 m.m. de diámetro en una matriz de grano grueso constituida por vidrio volcánico, cuarzo y feldespatos.

c).- MIEMBRO AYACUCHO 3

Está constituido por una serie compuesta de areniscas y lodolitas de naturaleza tobácea, que descansa sobre las tobas masivas del miembro Ayacucho 2. Aflora en el sector sur de Ayacucho, en los alrededores de Carmen Alto, donde constituyen una secuencia de areniscas notablemente compactas. Las areniscas Carmen Alto, por su gran compactación, merecen especial atención, ya que son utilizadas como material de construcción en diversas edificaciones de la ciudad de Ayacucho.

2.02.03.- DEPOSITOS RECIENTES**a).- DEPOSITOS COLUVIALES**

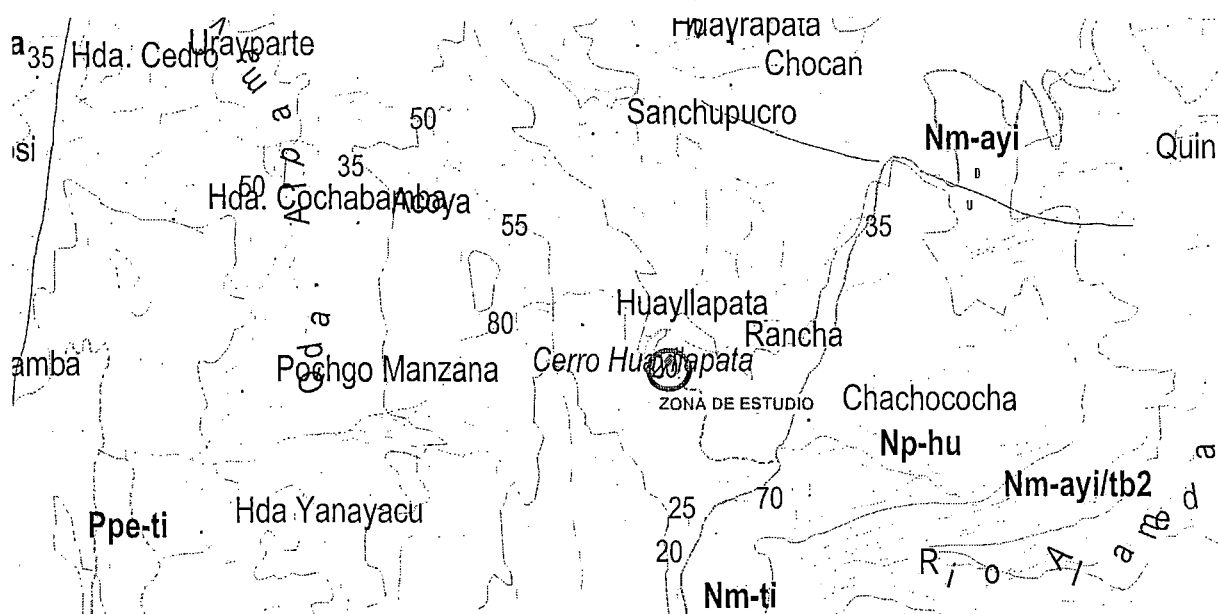
Se trata de sedimentos que generalmente se ubican en las partes bajas de laderas de alta pendiente. Están compuestos por material inconsolidado o débilmente consolidado, con bloques angulosos de diferente tamaño en una matriz arenosa limosa, acumulados principalmente por acción de la gravedad.

INGEOTECON S.R.L.*Ing. Victor Porras Quicena*
GERENTE

b).- DEPOSITOS ALUVIALES

Están constituidos por arenas y gravas de poco transporte, con clastos subangulosos de tamaño mediano, de naturaleza mayormente volcánica y con grosores estimados entre 20 a 30 metros. Estos depósitos constituyen los últimos transportes de materiales de una edad reciente, por tanto tienen poca cohesión y litificación y sin material cementante. Se hallan en el fondo del río Alameda y en las quebradas adyacentes que cruzan la ciudad de Ayacucho.

A nivel regional y basado en la información geológica existente, en el área de estudio se han reconocido unidades litoestratigráficas, las cuales se presentan en los anexos de figuras.



UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
Depósitos Cuaternarios (Aluvio - Coluviales)	Qh - al, col	Materiales sueltos resultantes de la meteorización y transporte de los diferentes depósitos existentes en la zona de estudio.
Formación Huanta	Nm-ti	Tobas retransportadas intercaladas con Limos y Arenas con intercalaciones de Diatomitas, tambine hay presencia de algunos conglomerados.

[illegible]

2.3 SISMICIDAD

A partir de las investigaciones de los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú, se presenta en la Figura N° 2, Anexo I, el mapa de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú, el cual está basado en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes (Alva Hurtado et al 1984). De acuerdo a este mapa a la zona de estudio le corresponde una intensidad media mayor de VI en la Escala Mercalli Modificada.

Según el mapa de zonificación sísmica (Figura N° 3, Anexo I), y de acuerdo a la Norma Sismo - Resistente E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, a la zona de estudio le corresponde una sismicidad media.

Para la zona en estudio según el Reglamento Nacional de Edificaciones y de las características geotécnicas de la zona se tiene los siguientes factores geotécnicos para diseño sismo resistente, de alguna estructura diseñada para esta solicitud, que se indican en la siguiente Tabla:

Para la zonificación geotécnica del proyecto:

FACTORES		VALORES
Zona 2	(Z)	0.30 g
Tipo Suelo	(S)	1.40
Periodo Predominante	(Tp)	0.90 seg

3.0 INVESTIGACIÓN GEOTECNICAS

La investigación se ha efectuado de acuerdo a la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones. Los trabajos efectuados sirven para determinar las características físicas mecánicas y químicas del suelo, así como su estructura actual y comportamiento ante cargas externas.

3.10 Calicatas de exploración

Se realizó la excavación de 02 calicatas de exploración a cielo abierto, por lo cual se pudo apreciar directamente el perfil estratigráfico de la zona, de tal manera se pudo cubrir el área de influencia del posible emplazamiento de la cimentación de las construcciones a proyectar. Extrayéndose muestras en cantidad suficiente que nos ha permitido inferir características del terreno de cimentación.

El registro de los Sondajes se presenta en el Anexo II, cuyo resumen es el siguiente:

NRO	EVALUACIÓN TÉCNICA	EXPLORACION	ESTRATO/ MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR	SUELO
1	DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, RANCHA	C-1	E1/M1	0.00 - 1.70	1.70	ARENA ARCILLOSA
			E2/M2	1.70 - 1.90	0.20	ARENA LIMOSA
			E3/M3	1.90 - 3.00	1.10	ARCILLA LIGERA ARENOSA
2		C-2	E1/M1	0.00 - 0.90	0.90	ARCILLA LIGERA CON ARENA
			E2/M2	0.90 - 1.40	0.50	ARCILLA LIGERA ARENOSA
			E3/M3	1.40 - 1.70	0.30	ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y GRAVA
			E3/M3	1.70 - 3.00	1.30	ARENA LIMO - ARCILLOSA

4.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

4.10 Ensayos Estándares.

Se efectuaron los siguientes ensayos estándar de Laboratorio, para la clasificación de suelos y determinar las propiedades físicas, siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América.

- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422)
- Límites de Consistencia de Atterberg (ASTM D-4318)
- Ensayo de Clasificación de Suelos (ASTM D-2487)

En el cuadro siguiente se presenta el resumen de los resultados obtenidos en los ensayos estándar:

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO
ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIB 71239

MUESTRA	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Cu	Cc	D ₁₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₅ (mm)
: C - 01 : E - 3	5.7	41.3	53.1	0.0139	0.0418	0.1265	9.1	1.0	0.021	0.070	1.153
: C - 02 : E - 1	1.2	21.8	77.0	0.0096	0.0288	0.0577	6.0	1.5	0.014	0.048	0.278
: C - 02 : E - 3	41.1	50.2	8.8	0.0916	0.6626	5.1638	56.4	0.9	0.170	2.615	20.482
: C - 02 : E - 4	6.0	49.0	45.0	0.0164	0.0493	0.2583	15.7	0.6	0.025	0.124	1.854

MUESTRA	LL %	LP %	IP %	AASTHO	SUCS	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487
: C - 01 : E - 3	34.4%	16.5%	17.9%	A-6 (6)	CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA
: C - 02 : E - 1	32.3%	21.7%	10.6%	A-6 (7)	CL	ARCILLA LIGERA CON ARENA
: C - 02 : E - 3	36.5%	16.6%	20.0%	A-2-6 (0)	SP-SC	ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y GRAVA
: C - 02 : E - 4	24.4%	19.5%	4.9%	A-4 (0)	SC-SM	ARENA LIMO - ARCILLOSA

5.0 ANÁLISIS DE LA CIMENTACION

5.10 Análisis de datos, estrato de cimentación y profundidad de cimentación

Es necesario conocer la estructura del estado inicial del suelo, donde se apoyara la estructura, para poder comprender como será su comportamiento y estructura ante las diferentes solicitaciones externas antrópicas y geológicas a la que estará sometida.

Los suelos en la zona de estudio donde estará apoyada la cimentación de la nueva estructura a proyectar están conformados básicamente por depósitos aluviales y sedimentarios.

5.20 Cálculo de la Capacidad de carga admisible frente al hundimiento de la cimentación.

Se ha determinado la capacidad admisible de carga del terreno basándose en las características de resistencia del suelo.

Para el presente estudio haremos los cálculos de capacidad de carga admisible por la fórmula de Vesic, teniendo en cuenta la compresibilidad del suelo, comparándolo con la fórmula de Terzaghi.

Las hojas de cálculo se presentan en el Anexo IV, del presente informe.

(Sin mejoramiento):

Tipo de Cimentación	Profundidad Df (m)	Ancho B (m)	Capac. de Carga q u (Kg/cm ²)	Capacidad de Carga Admisible q ad tr (kg/cm ²)
Aislada	0.48	1.00	1.48	0.49
	1.50	1.00	3.26	1.09
	2.00	1.00	4.14	1.38
	3.00	1.00	5.88	1.96
	4.00	1.00	7.62	2.54
	5.00	1.00	9.32	3.11

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL OJICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO

(Sin mejoramiento):

Tipo de Cimentación	Profundidad Df (m)	Ancho B (m)	Capac. de Carga q _u (Kg/cm ²)	Capacidad de Carga Admisible q _{ad tr} (kg/cm ²)	Asentamiento S _i (cm)
Aislada	0.48	1.00	1.48	0.49	2.56
	1.50	1.00	3.26	1.09	5.62
	2.00	1.00	4.14	1.38	7.12
	3.00	1.00	5.88	1.96	10.12
	4.00	1.00	7.62	2.54	13.13
	5.00	1.00	9.32	3.11	16.05

(Con mejoramiento):

Tipo de Cimentación	Profundidad Df (m)	Ancho B (m)	Capac. de Carga q _u (Kg/cm ²)	Capacidad de Carga Admisible q _{ad tr} (kg/cm ²)	Asentamiento S _i (cm)
Aislada	1.20	1.00	2.74	0.91	0.49
	1.50	1.00	3.26	1.09	0.58
	2.00	1.00	4.14	1.38	0.74
	3.00	1.00	5.88	1.96	1.05
	4.00	1.00	7.62	2.54	1.36
	5.00	1.00	9.32	3.11	1.66

5.40 Determinación de la Capacidad de Carga de Trabajo de la cimentación.

Se debe tener en cuenta que la Capacidad de Carga Admisible de trabajo del terreno varía en función de diversos parámetros intrínsecos y extrínsecos, como son el área de la cimentación, forma de la cimentación, profundidad de cimentación, etc. por lo cual no se puede hablar de un solo valor de capacidad de carga de trabajo admisible del terreno, si no de varios valores todo para una misma cimentación.

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71239

La Capacidad de carga de trabajo se considerara teniendo no solo en cuenta la seguridad frente a la falla por resistencia al corte (hundimiento), sino también su tolerancia a los asentamientos, de estos dos conceptos se escogerá como Capacidad de Carga de Trabajo el menor valor obtenido que asegure un asentamiento tolerable por la estructura.

Haciendo un análisis de todos los datos se obtuvo como Capacidad de Carga admisible de Trabajo, que asegure que los asentamientos esperados estén dentro de lo permisible, siendo este valor de:

(Sin Mejoramiento):

$$q_{ad \text{ trab}} = 0.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ para cimentación superficial}$$

(Con Mejoramiento):

Tipo de Cimentación	Profundidad Df (m)	Capacidad de Carga Admisible $q_{ad \text{ tr}}$ (kg/cm ²)
Aislada	1.20	0.91
	1.50	1.09
	2.00	1.38
	3.00	1.96
	4.00	2.54
	5.00	3.11

5.50 Tipo de Cimentación

De acuerdo a los resultados de la exploración de campo, de los resultados de los ensayos de laboratorio, datos de las cargas proporcionadas por los responsables y de la interpretación de los resultados, el tipo de cimentación será del tipo directa superficial.

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71239

6.0 TRATAMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PISOS INTERIORES, PATIOS Y LOSAS

Para la construcción de las losas de concreto tanto en interiores como en exteriores, se deberán tener en cuenta los siguientes lineamientos:

Se eliminara parte del terreno de cobertura, el material de terreno superficial se recomienda escarificar y compactar un máximo de 2" (retirando previamente las partículas mayores de 2", así como raíces y otros materiales extraños), al 95% de la Máxima Densidad Seca del ensayo Proctor estándar.

Se podrá colocar una capa de material granular de préstamo en un espesor de 12", este material se clasificara en el AASTHO como A-1-a (0), A-1-b (0) o A-2-4 (0) pero previo zarandeo eliminando particulas mayores de 2" compactado al 95% de la MDS con el OCH (+1.5%) del próctor Modificado.

Para tal efecto podría usarse la cantera de Chillicu, muy usado en nuestro medio cuyo análisis se presentan en los anexos.

7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

- 1.- La cimentación de las estructuras a proyectar (ambientes educativos) serán dimensionados de tal forma que apliquen al terreno una carga teniendo en cuenta una Capacidad de Carga admisible de trabajo no mayor de:

(Sin Mejoramiento):

$$q_{ad \text{ trab}} = 0.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ para cimentación superficial}$$

(Con Mejoramiento):

Tipo de Cimentación	Profundidad Df (m)	Capacidad de Carga Admisible $q_{ad \text{ tr}}$ (kg/cm ²)
Aislada	1.20	0.91
	1.50	1.09
	2.00	1.38
	3.00	1.96
	4.00	2.54
	5.00	3.11

INGEOTECNIA
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL QUIROGA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71239

Se podrá usar cimentación directa superficial.

Está conformado por un estrato superior de materiales de cobertura, no recomendable como estrato de cimentación, para luego subyacer depósitos aluviales muy flojos, se recomienda cimentar las estructuras a una profundidad de 3.00m en la zona de las Calicata C-1, y cimentar a una profundidad de 1.70m en la zona de la Calicata C-2.

Para llegar a las alturas recomendadas en la calicata 1, se podrá mejorar el terreno con rellenos de pedraplenes compactados (Rocas angulosas con rellenos de suelos granulares permeables) entonces se podrá cimentar las zapatas a una profundidad de 1.20m como mínimo. Este terreno mejorado deberá extenderse a una distancia de 50cm por fuera del límite del área de la cimentación.

Los cimientos corridos tendrán una altura de cimentación de $D_f=1.20m$

- 2.- Los Parámetros Geotécnicos recomendados para el análisis sísmico son.

Factor de Tipo de Suelo, $S = 1.00$

Periodo, $T_p = 0.90\text{seg.}$

- 3.- Si al efectuar la excavación para los cimientos hasta las profundidades de cimentación mínimas recomendadas no se satisface este requisito, deberá profundizarse la cimentación hasta cumplirlo y vaciar en la altura de sobre-excavación efectuada con un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo. Asimismo, si al nivel de cimentación se encuentra un bolsón de suelos de relleno deberá profundizarse la cimentación hasta sobrepasarlo y vaciar en la altura de sobre-excavación efectuada, un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo.

Por último, en los casos en que en el emplazamiento de un cimiento haya sido efectuada una excavación hasta una profundidad mayor que la profundidad considerada para la cimentación (calicata por ej.), deberá rellenarse a la altura de sobre-excavación efectuada con concreto pobre ciclópeo.

- 4.- Para la construcción de las losas de concreto tanto en interiores como en exteriores, se deberán tener en cuenta los siguientes lineamientos:

Se eliminara parte del terreno de cobertura, el material de terreno superficial se recomienda escarificar y compactar un máximo de 2" (retirando previamente las partículas

mayores de 2", así como raíces y otros materiales extraños), al 95% de la Máxima Densidad Seca del ensayo Proctor estándar.

Se podrá colocar una capa de material granular de préstamo en un espesor de 12", este material será el proveniente de la cantera de Chillicu compactado al 95% de la MDS con el OCH (+1.5%) del próctor Modificado.

- 5.- Las conclusiones y recomendaciones incluidas en este informe, así como la descripción generalizada del perfil del suelo que presenta, están basados en el programa de exploración de campo descrito en la sección respectiva. De acuerdo a la práctica usual de la Ingeniería de Suelos, dicho programa se considera adecuado, para la ubicación del terreno estudiado, su extensión y el tipo de estructura de la que se trata.

Sin embargo, por la naturaleza misma de los suelos encontrados, en los que siendo necesario generalizar la información obtenida en algunos sondeos a toda el área del proyecto, no siempre es posible tener seguridad total acerca de la información obtenida. Por lo tanto se recomienda, que en el caso que durante la construcción se observen suelos con características diferentes a las indicadas en este informe, se notifique de inmediato al Consultor para efectuar las recomendaciones necesarias.

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO
ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71239

INAEOTECON



CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA

ANEXO I FIGURAS

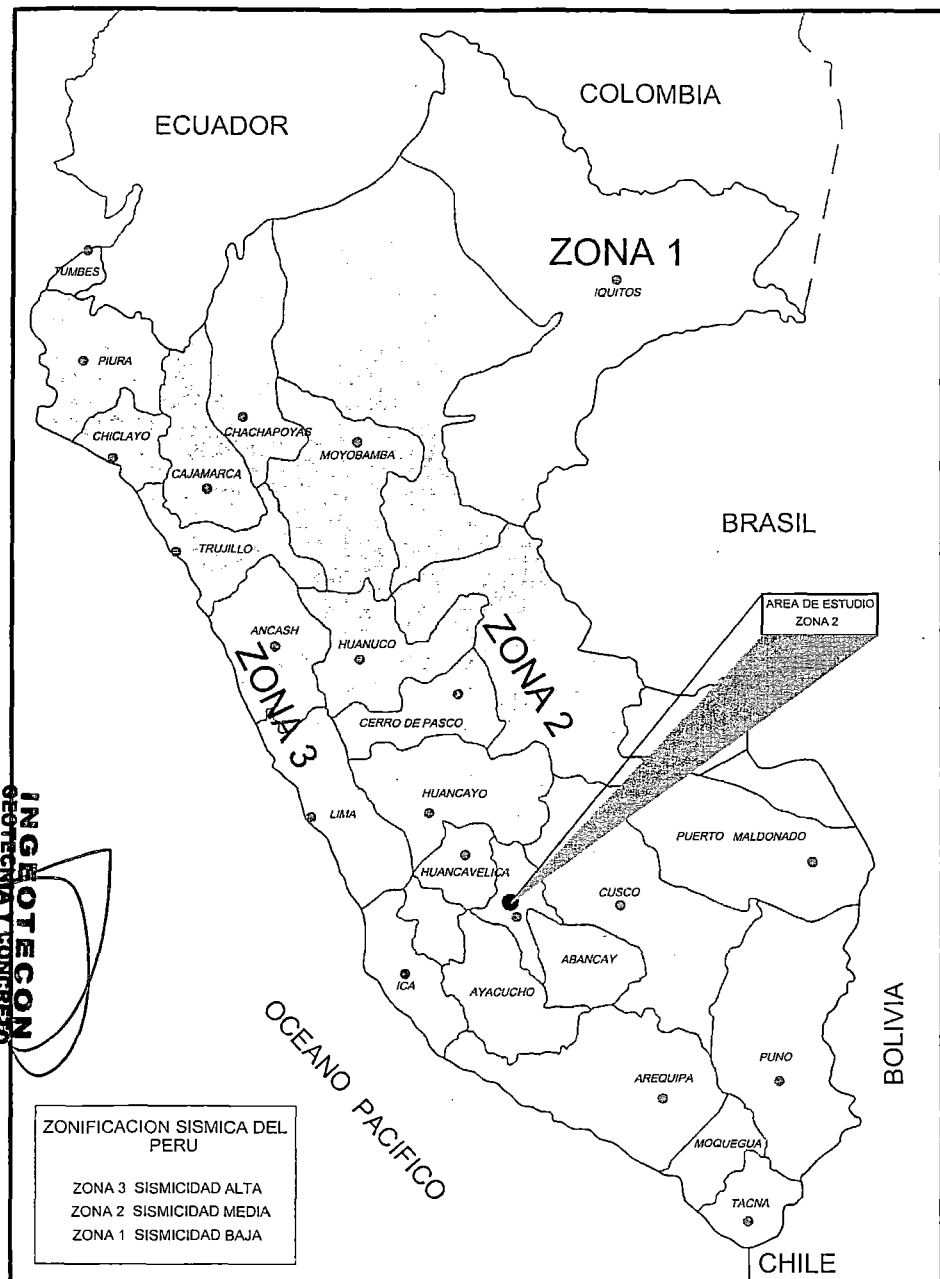


Figura N° 3 Zonificación Sísmica del Perú, Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006)

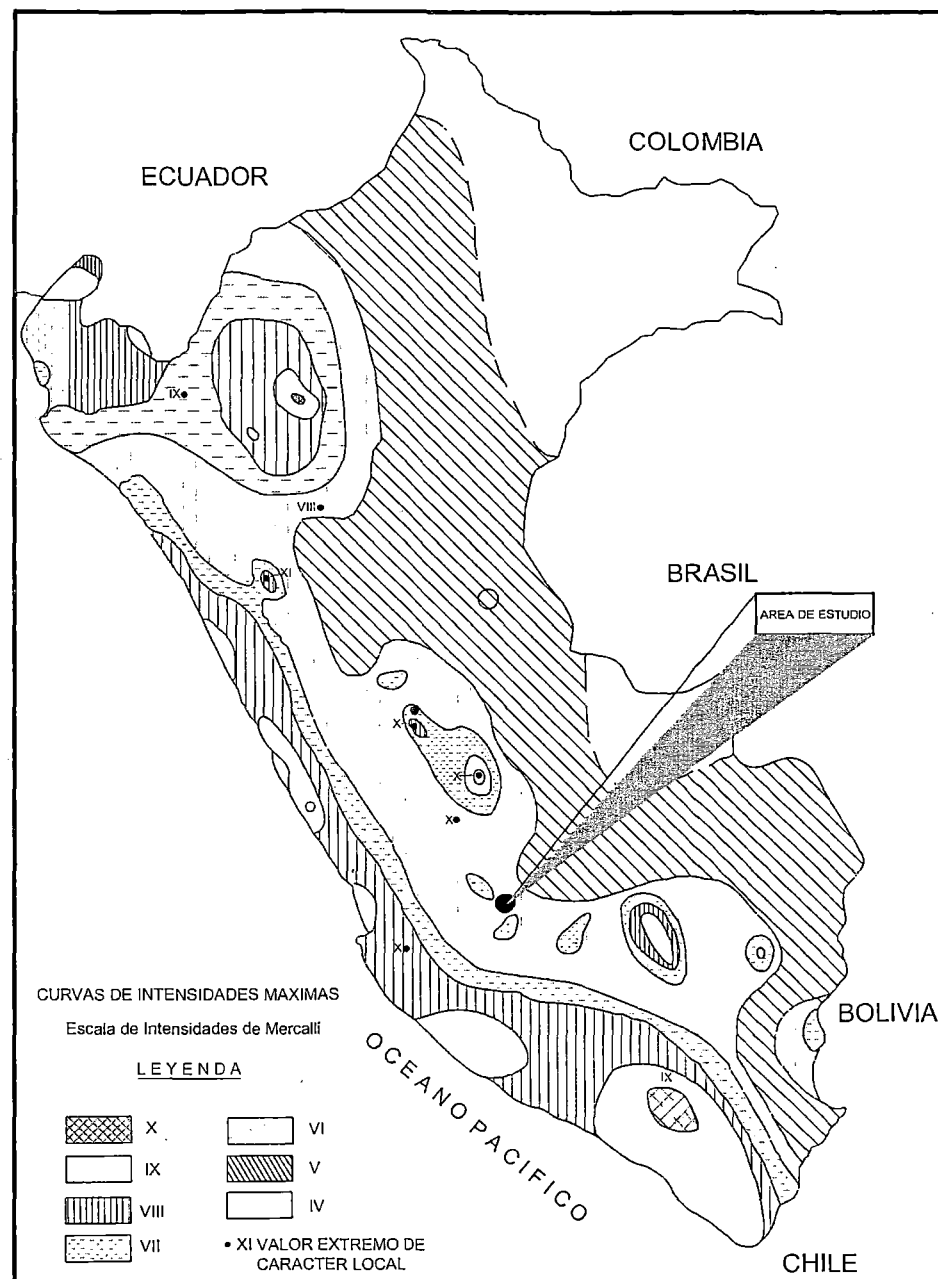
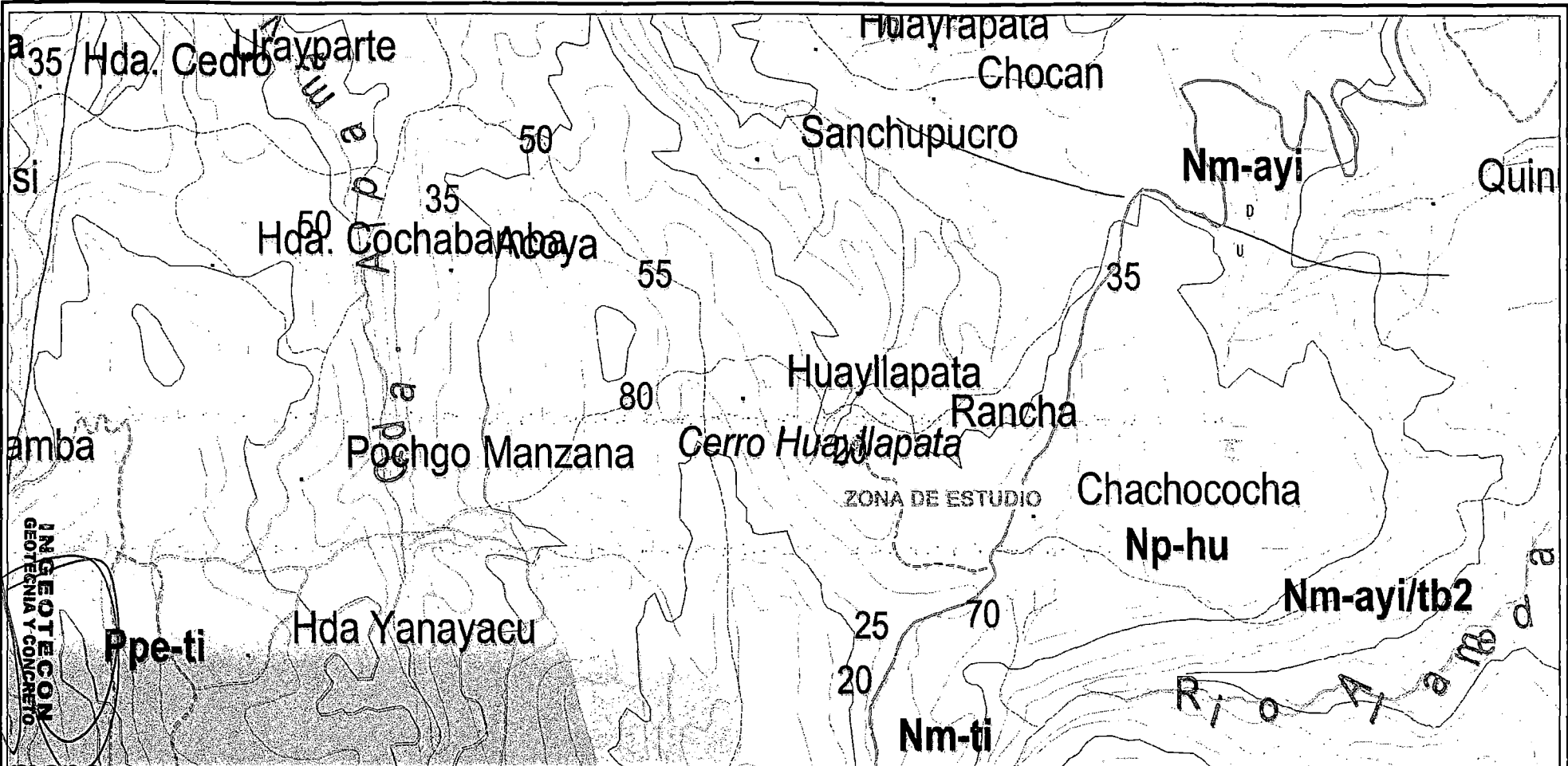


Figura N° 2.- Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (FUENTE Dr. Alva et al, 1984)

ING. VICTOR PORTAL GUICANA
CONSULTOR EN GEOLOGIA Y CONCRETO
C.R. 71238



CENOZOICA / CUATERNARIO / HOLOCENO / DEP. ALUVIALES Qh-al , GRAVAS DE RIO Y MATERIAL DE CORRIENTE CON CONTENIDO DE BLOQUES ENVUELTA EN UNA MATRIZ ARENO LIMOSA.
CENOZOICA / NEOGENO / MIOCENO / Fm HUANTA / MIEMBRO SUPERIOR / Nm-ti, TOBAS RETRANSPORTADAS INTERCALADAS CON LIMOS Y ARENAS CON INTERCALACIONES DE DIATOMITAS, TAMBIEN HAY PRESENCIA DE ALGUNOS CONGLOMERADOS.
CENOZOICA / NEOGENO / MIOCENO / Fm AYACUCHO / Nm-Ayi, SECUENCIA SEDIMENTARIA DE COLOR AMARILLENTO CONFORMADO MAYORMENTE POR ESTRATOS DE ARENAS Y LIMOS, RESULTANTES DE LA EROSION DE ROCAS PIROCLASTICAS, SE ENCUENTRA TOBAS RETRANSPORTADAS DE CONGLOMERADOS CON CLASTOS DE NATURALEZA VOLCANICA.

FIGURA N° 01
Mapa Geologico
cuadrangulo
27Ñ, donde se
ubica la zona de
estudio

INGEOTECON



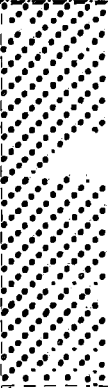
CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA

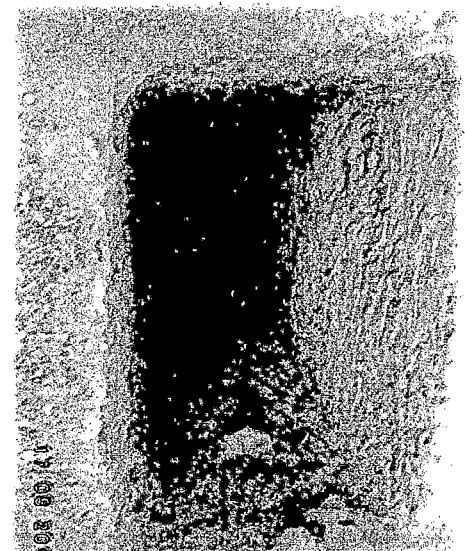
ANEXO II

REGISTROS DE EXPLORACION



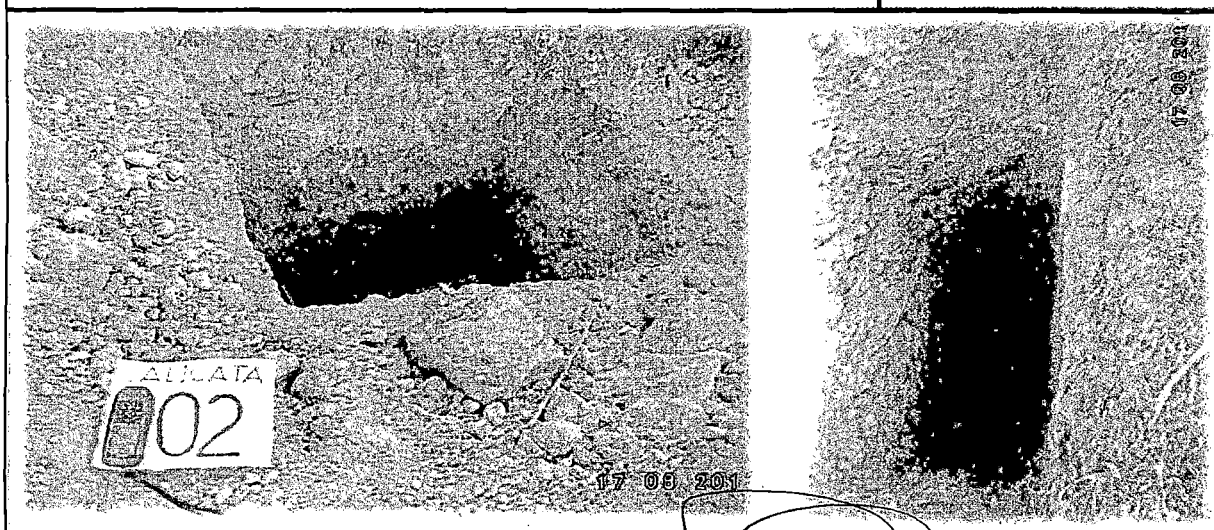
PARTE DE LA EXPLORACION	OBRA	*EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE : ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013*
	CALICATA	: C - 01
	LOCALIZACION	: RANCHA / AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO
	FECHA DE REALIZACION	: SEPTIEMBRE DEL 2013
	UBICACIÓN EXPLORAC.	: DATUM WGS84 ZONA 84 HUSO L E=580226m N=8541952m
	SOLICITANTES	: SR. HECTOR GOMEZ LLACCCO
	TIPO DE EXCAVACION	: MANUAL

PROFUNDIDAD : 3.00m		COLUMNA				
DESCRIPCION :		C-1				
De 0.00m a 1.70m terreno de cobertura, color negrusco, conformado por Arena Arcillosa con bastante finos y mucha cantidad de arena, con presencia de ralces incipientes, material suelto, estrato a eliminarse, estrato no adecuado para el desplante de cimentación.		Escala. (m)	Profundid. (m)	Longitud Tramo (m)	SIMBOLO GRAFICO	Muestra Clasific. SUCS
De 1.70m a 1.90m, depósitos reasiduales, terreno de color beige, conformado por Arena Limosa con mucha cantidad de arena y muchos finos con plasticidad media de consistencia firme, de pared estable.		0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 1.40 1.60		1.70		M-1/E-1 SC
De 1.90m a 3.00m, depósitos residuales, terreno de color marrón claro, conformados por una Arcilla Lígera Arenosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y el sistema de clasificación AASHTO como un A-6(6), presenta poca cantidad de Grava (5.7%), contiene mucha cantidad de Arena (41.3%) y contiene bastante finos (53.1%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (Límite Líquido de 34.4%), presenta índice plástico de (17.9%) lo que indica que la fracción fina es arcillosa), consistencia firme, húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación nula y cohesión buena, la consistencia en el momento de auscultación es buena (LP>w), el terreno se podría considerar de estructura "homogénea", tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando esta húmedo, y excavación media cuando esta seco, de talud vertical con un grado de estabilidad de paredes estable.		1.80 2.00 2.20 2.40 2.60 2.80 3.00	1.90	0.20 1.10 3.00		M-2/E-2 SM M-3/E-3 CL A-6(0)
NIVEL FREATICO : No se encontró a la profundidad de excavación.						



PARTE DE LA EXPLORACION	OBRA	'EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE : ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013'
	CALICATA	: C - 01
	LOCALIZACION	: RANCHA / AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO
	FECHA DE REALIZACION	: SETIEMBRE DEL 2013
	UBICACIÓN EXPLORAC.	: DATUM WGS84 ZONA 84 HUSO L E=580065m N=8542712m
	SOLICITANTES	: Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO
	TIPO DE EXCAVACION	: MANUAL

PROFUNDIDAD :	3.00m	COLUMNA			
DESCRIPCION :		C-2			
De 1.00m a 0.90m, terreno de cobertura, terreno de color marron claro, conformados por una Arcilla Ligera con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL y el sistema de clasificación AASHTO como un A-6 (7), presenta trazos de Grava (1.2%), contiene pequeña cantidad de Arena (21.8%) y bastante finos (77.0%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (Límite Líquido 32.3%), presenta índice plastico de (10.6%) lo que indica que la fracción fina es arcillosa, estrato no adecuado para el desplante de cimentacion.		Escala. (m)	Profundidad (m)	Longitud Tramo (m)	Muestra Clasific. SUCS
De 0.90m a 1.40m, depósitos residuales, terreno de color beige, conformados por una Arcilla Ligera con Arena que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un CL, presenta trazos de Grava, contiene pequeña cantidad de Arena y bastante finos, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media.		0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 1.40	0.90	0.90	M-1/E-1 CL A-6(7)
De 1.40m a 1.70m, depósitos residuales, terreno de color beige, conformados por una Arena Mal Graduada con Arcilla y Grava que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SP-SC y en el sistema de clasificación AASHTO como un A-2-6(0), presenta mucha cantidad de Grava (41.1%), contiene bastante cantidad de Arena (50.2%) y pocos finos (8.8%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (Límite Líquido 36.5%), presenta índice plastico de (20.0%) lo que indica que la fracción fina es muy arcillosa.		1.60 1.80 2.00 2.20 2.40 2.60 2.80 3.00	0.50	0.50	M-2/E-2 CL
De 1.70m a 3.00m, depósitos residuales, terreno de color marrón claro, conformados por una Arena Limo - Arcillosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SC-SM y en el sistema de clasificación AASHTO como un A-4(0), presenta poca cantidad de Grava (6.0%), contiene de mucho a bastante cantidad de Arena (49.0%) y muchos finos (45.0%), presencia de boleos en un 10% y bloques en un 5% aproximadamente, la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad baja (Límite Líquido 24.4%), presenta índice plastico de (4.9%) lo que indica que la fracción fina esta casi exenta de arcilla, consistencia firme, la fracción gruesa es de forma anguloso y de textura rugosa, húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación nula y cohesión baja, la consistencia en el momento de auscultación es buena (LP>w), el terreno se podría considerar de estructura homogénea, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando esta húmedo, y excavación media cuando esta seco, de talud vertical con un grado de estabilidad de paredes estable.			1.40 1.70	0.30	M-2/E-2 SP-SC A-2-6(0)
			1.30	1.30	M-3/E-3 SC-SM A-4(0)
NIVEL FREATICO :	No se encontró a la profundidad de excavación.				



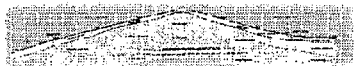
INGEOTECON_{p.}



CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA

ANEXO III

LABORATORIO



INGEOTECON

CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO -2013"

Solicitantes : Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO

Región : AYACUCHO

Calicata : C - 01

Provincia : HUAMANGA

Estrato : E - 3

Distrito : AYACUCHO

Fecha : SETIEMBRE DEL 2013

Lugar : RANCHA

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (ASTM D-4318, MTC E 111-2000)

DEFINICIONES : El Limite Plastico de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo secado en horno, cuando esta se haya entre limite del estado semisolido y el estado plastico.

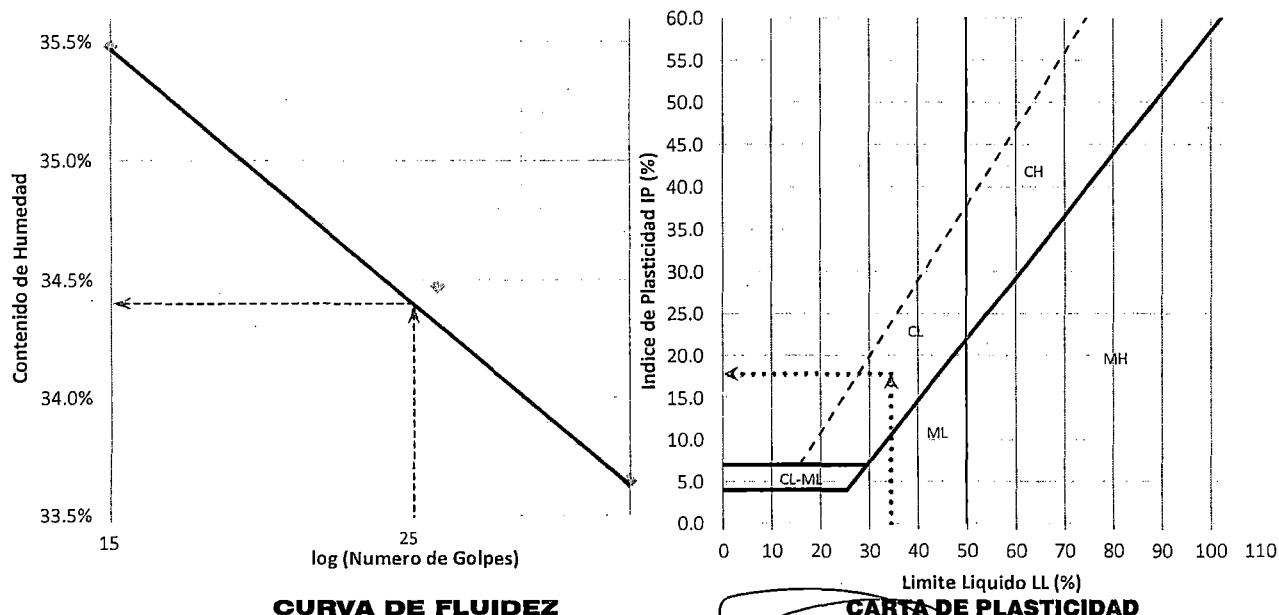
	RECIPIENTE	Nº	41.0	57.0		
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	26.59	21.17		
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	26.20	20.73		
3	PESO RECIPIENTE	gr	23.87	18.05		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	0.38	0.44		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	2.33	2.68		
6	HUMEDAD	%	16.5%	16.5%		
LIMITE PLASTICO		%	16.5%			

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E 110-2000)

DEFINICIONES : El limite liquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo secado en horno, cuando esta se haya entre limite del estado plástico y el estado líquido

	RECIPIENTE	Nº	58.0	70.0	99.0	
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	29.91	25.25	31.12	
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	28.34	23.44	29.37	
3	PESO RECIPIENTE	gr	23.92	18.18	24.17	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.57	1.81	1.75	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	4.42	5.26	5.20	
6	HUMEDAD	%	35.5%	34.5%	33.6%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	15.00	26.00	36.00	
LIMITE LIQUIDO		%	34.4%			

INDICE PLASTICO (%) $IP = LL - LP =$ 17.9%



INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

DIRECCION. URB. MARIA PARADO DE BELIDO N° 1 LOTE 3 EMADI. CEL. 961551111 - 961551111 FONO 3148672481 - 393444 CORREO: vportal@hotmai.com, ingeotecniasp@hotmai.com

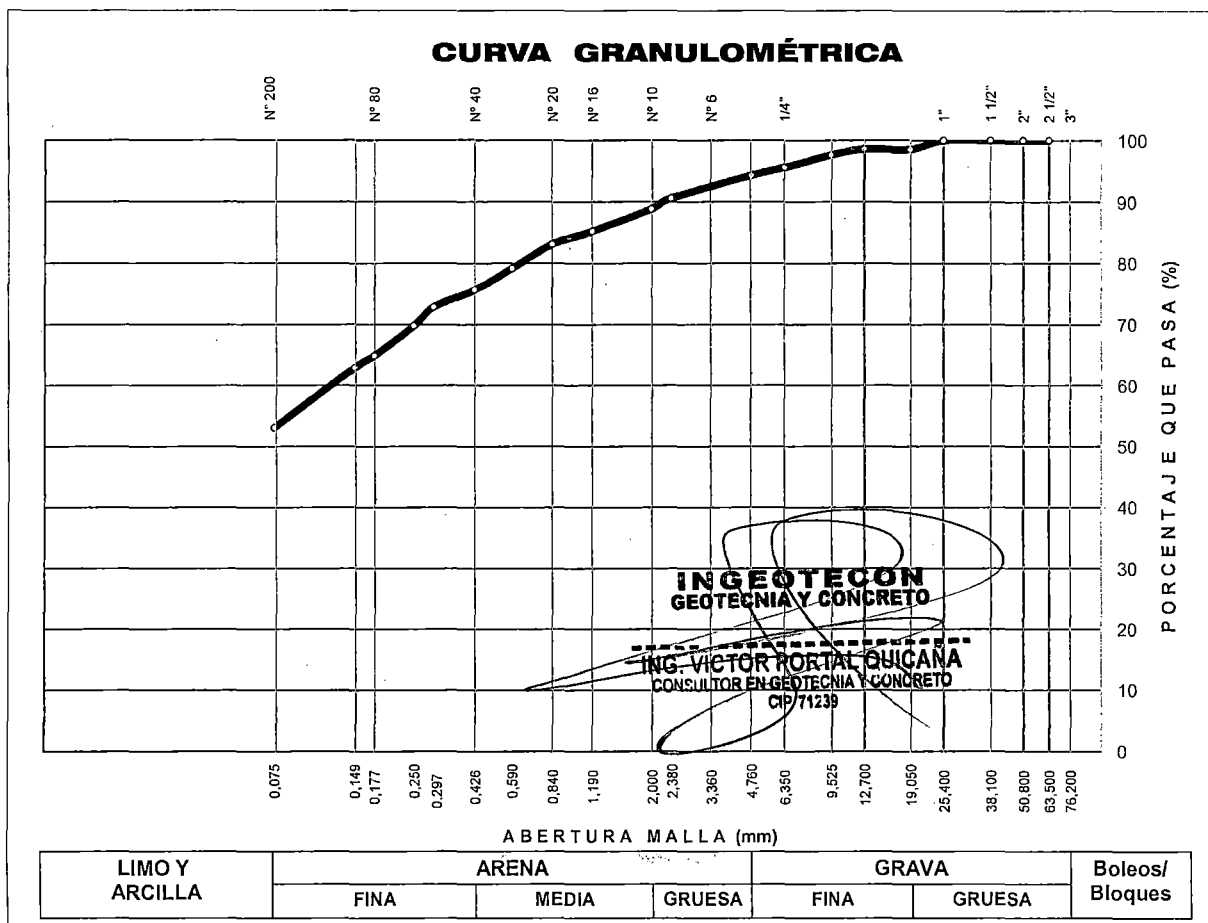
ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71239



ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN
(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto	: "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013"		
Solicitante	: Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO	Región	: AYACUCHO
Descripción	: C - 01	Provincia	: HUAMANGA
Estrato	: E - 3	Distrito	: AYACUCHO
Fecha	: SETIEMBRE DEL 2013	Lugar	: RANCHA

TAMIZ	Abertura	PESO	% RETEN	% RETEN	% QUE	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM	(mm)	RETENIDO (gr.)	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.200	-	-	-	PESOS (gr)
	2 1/2"	63.500	-	-	100.0	Peso seco inicial 1025.0
	2"	50.800	-	-	100.0	Peso seco lavado 481.1
	1 1/2"	38.100	-	-	100.0	Pérdida por lavado 543.9
	1"	25.400	-	-	100.0	ENSAYOS ESTANDAR
	3/4"	19.050	14.56	1.4	98.6	
	1/2"	12.700	-	1.4	98.6	
	3/8"	9.525	9.76	1.0	97.6	
	1/4"	6.350	20.79	2.0	95.6	
	Nº 4	4.760	13.11	1.3	94.3	
	Nº 6	3.360	-	5.7	94.3	
	Nº 8	2.380	38.05	3.7	90.6	
	Nº 10	2.000	17.97	1.8	88.9	
	Nº 16	1.190	37.24	3.6	85.2	
	Nº 20	0.840	21.68	2.1	83.1	
	Nº 30	0.590	40.54	4.0	79.2	
	Nº 40	0.426	35.47	3.5	75.7	
	Nº 50	0.297	29.46	2.9	72.8	
	Nº 60	0.250	31.03	3.0	69.8	
	Nº 80	0.177	50.17	4.9	64.9	
	Nº 100	0.149	19.75	1.9	63.0	
	Nº 200	0.074	101.47	9.9	53.1	
	Fondo		-	-	46.9	CLASIFICACION
	Lavado	543.9	53.1	100.0	53.1	
	TOTAL	1025.0	100.0			AASHTO A-6 (6)
						Clasificación SUCS CL
						ARCILLA LIGERA ARENOSA





DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO

Proyecto : "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013"

Solicitante : Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO

Región : AYACUCHO

Descripción : C - 01

Provincia : HUAMANGA

Estrato : E - 3

Distrito : AYACUCHO

Fecha : SETIEMBRE DEL 2013

Lugar : RANCHA

DEFINICIONES : Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

SUELO A PROTEGER	
% Grava	5.7
% Grava gruesa	0.0
% Grava fina	5.7
% Arena	41.3
% Arena gruesa	5.5
% Arena media	13.2
% Arena fina	22.6
% de Finos	53.1
$D_{10} = D_{e(mm)}$	0.0139
$D_{30(mm)}$	0.0418
$D_{60(mm)}$	0.1265
C_u	9.1
C_c	1.0
$D_{15(mm)}$	0.0209
$D_{50(mm)}$	0.0697
$D_{85(mm)}$	1.1535
Clasificación SUCS	CL
ARCILLA LIGERA ARENOSA	

MATERIAL DE FILTRO

Según Terzaghi y Peck 1967

$D_{15(F)} \leq 5 D_{85(S)}$	=	5.77	mm
$D_{15(F)} \geq 4 D_{15(S)}$	=	0.08	mm

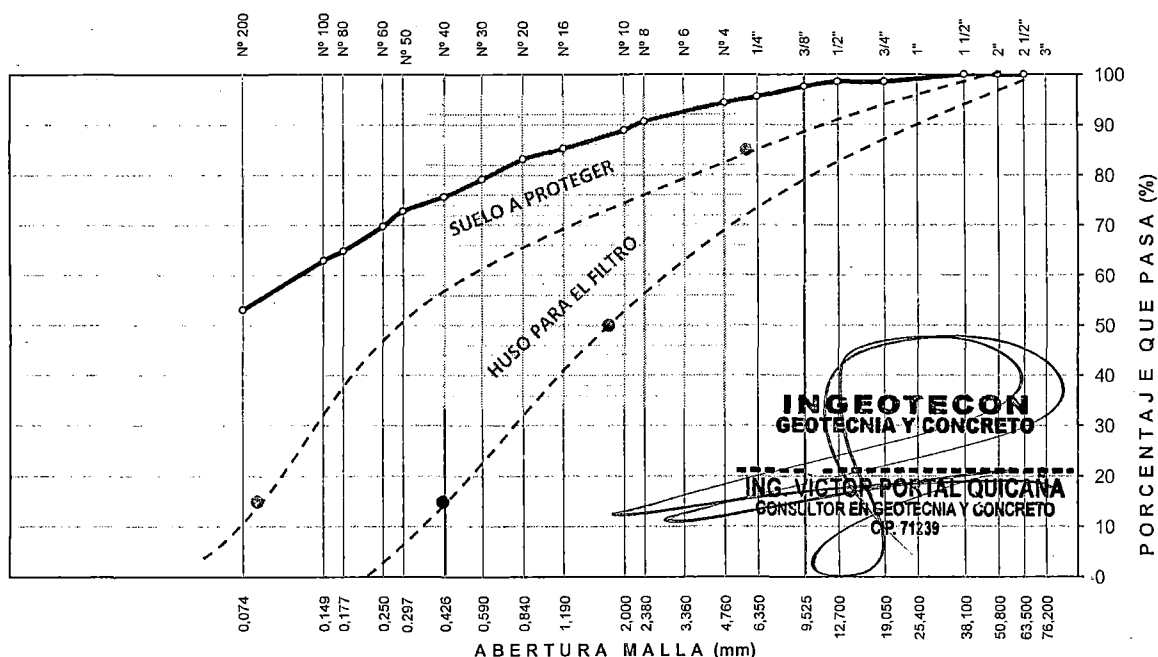
Adicionalmente Según el Departamento de Marina de los Estados Unidos 1971

$D_{50(F)} \leq 25 D_{50(S)}$	=	1.74	mm
$D_{15(F)} \leq 20 D_{15(S)}$	=	0.42	mm

Clasificación AASTHO

A-6

(6)



CURVA GRANULOMÉTRICA DEL SUELO Y HUSO DEL FILTRO



INGEOTECON

CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO -2013"

Solicitantes : Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO

Región : AYACUCHO

Calicata : C - 02

Provincia : HUAMANGA

Estrato : E - 1

Distrito : AYACUCHO

Fecha : SETIEMBRE DEL 2013

Lugar : RANCHA

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (ASTM D-4318, MTC E 111-2000)

DEFINICIONES : El Limite Plastico de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo secado en horno, cuando esta se haya entre limite del estado semisolido y el estado plastico.

	RECIPIENTE	Nº	123.0	128.0		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	26.36	21.11		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	25.94	20.65		
3	PESO RECIPIENTE	gr	24.01	18.53		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	0.42	0.46		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	1.93	2.12		
6	HUMEDAD	%	21.5%	21.8%		
LIMITE PLASTICO		%	21.7%			

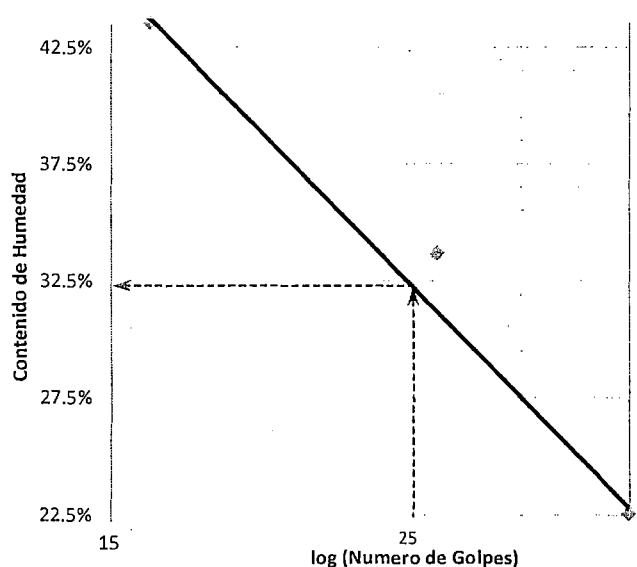
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E 110-2000)

DEFINICIONES : El limite liquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo secado en horno, cuando esta se haya entre limite del estado plástico y el estado líquido

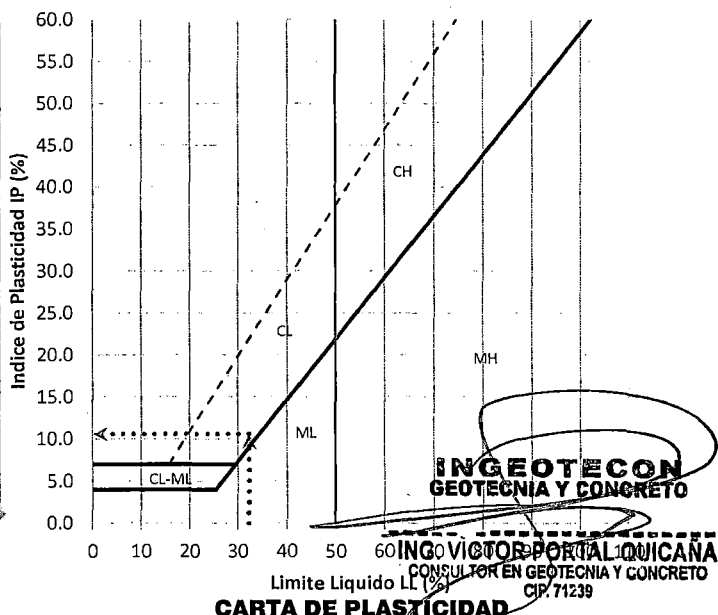
	RECIPIENTE	Nº	119.0	127.0	94.0	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	29.46	24.24	30.07	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	27.70	22.78	28.95	
3	PESO RECIPIENTE	gr	23.67	18.44	23.98	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.76	1.46	1.12	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	4.03	4.34	4.97	
6	HUMEDAD	%	43.6%	33.7%	22.6%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	16.00	26.00	36.00	
LIMITE LIQUIDO		%	32.3%			

INDICE PLASTICO (%) $IP = LL - LP =$

10.6%

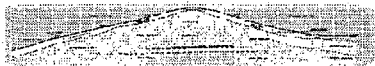


CURVA DE FLUIDEZ



INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

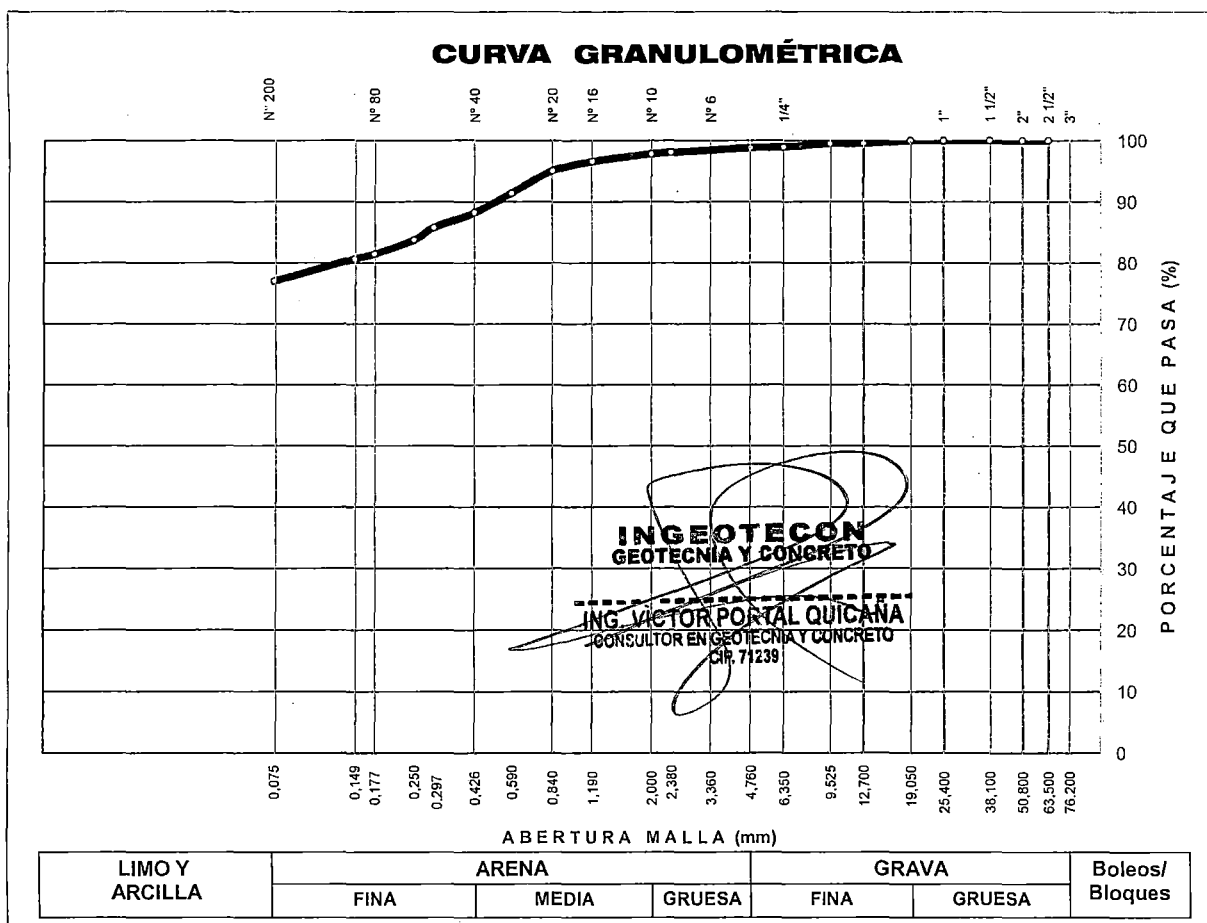
ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71239



ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN
(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto	: "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013"		
Solicitante	: Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO	Región	: AYACUCHO
Descripción	: C - 02	Provincia	: HUAMANGA
Estrato	: E - 1	Distrito	: AYACUCHO
Fecha	: SETIEMBRE DEL 2013	Lugar	: RANCHA

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.200	-	-	-	PESOS (gr)
	2 1/2"	63.500	-	-	100.0	Peso seco inicial 606.9
	2"	50.800	-	-	100.0	Peso seco lavado 139.7
	1 1/2"	38.100	-	-	100.0	Pérdida por lavado 467.3
	1"	25.400	-	-	100.0	ENSAYOS ESTÁNDAR
	3/4"	19.050	-	-	100.0	% Grava 1.2
	1/2"	12.700	2.95	0.5	99.5	% Grava gruesa 0.0
	3/8"	9.525	-	0.5	99.5	% Grava fina 1.2
	1/4"	6.350	3.44	0.6	98.9	% Arena 21.8
	Nº 4	4.760	0.81	0.1	98.8	% Arena gruesa 1.0
	Nº 6	3.360	-	1.2	98.8	% Arena media 9.5
	Nº 8	2.380	4.39	0.7	98.1	% Arena fina 11.3
	Nº 10	2.000	1.76	0.3	97.8	% de finos 77.0
	Nº 16	1.190	7.45	1.2	96.6	
	Nº 20	0.840	9.31	1.5	95.0	D ₁₀ = D _{e(mm)} = 0.0096
	Nº 30	0.590	21.89	3.6	91.4	D _{30(mm)} = 0.0288
	Nº 40	0.426	19.26	3.2	88.3	D _{60(mm)} = 0.0577
	Nº 50	0.297	14.88	2.5	85.8	Cu = 6.00
	Nº 60	0.250	12.38	2.0	83.8	Cc = 1.50
	Nº 80	0.177	14.01	2.3	81.5	CLASIFICACION
	Nº 100	0.149	4.74	0.8	80.7	AASTHO A-6 (7)
	Nº 200	0.074	22.39	3.7	77.0	Clasificación SUCS CL
	Fondo.	-	-	-	-	
	Lavado	467.3	-	-	100.0	ARCILLA LIGERA CON ARENA
TOTAL		606.9	100.0	-	-	





Proyecto	: "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013"		
Solicitante	: Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCCHO	Región	: AYACUCHO
Descripción	: C - 02	Provincia	: HUAMANGA
Estrato	: E - 1	Distrito	: AYACUCHO
Fecha	: SETIEMBRE DEL 2013	Lugar	: RANCHA

DEFINICIONES : Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
SUELO A PROTEGER	
% Grava	1.2
% Grava gruesa	0.0
% Grava fina	1.2
% Arena	21.8
% Arena gruesa	1.0
% Arena media	9.5
% Arena fina	11.3
% de Finos	77.0
$D_{10} = D_{e(mn)} =$	0.0096
$D_{30(mm)} =$	0.0288
$D_{60(mm)} =$	0.0577
$C_u =$	6.0
$C_c =$	1.5
$D_{15(mm)} =$	0.0144
$D_{50(mm)} =$	0.0481
$D_{85(mm)} =$	0.2784
Clasificación SUCS	CL
ARCILLA LIGERA CON ARENA	

MATERIAL DE FILTRO			
Según Terzaghi y Peck 1967			
$D_{15(F)} \leq 5 D_{85(S)}$	=	1.39	mm
$D_{15(F)} \geq 4 D_{15(S)}$	=	0.06	mm
Adicionalmente Según el Departamento de Marina de los Estados Unidos 1971			
$D_{50(F)} \leq 25 D_{50(S)}$	=	1.20	mm
$D_{15(F)} \leq 20 D_{15(S)}$	=	0.29	mm

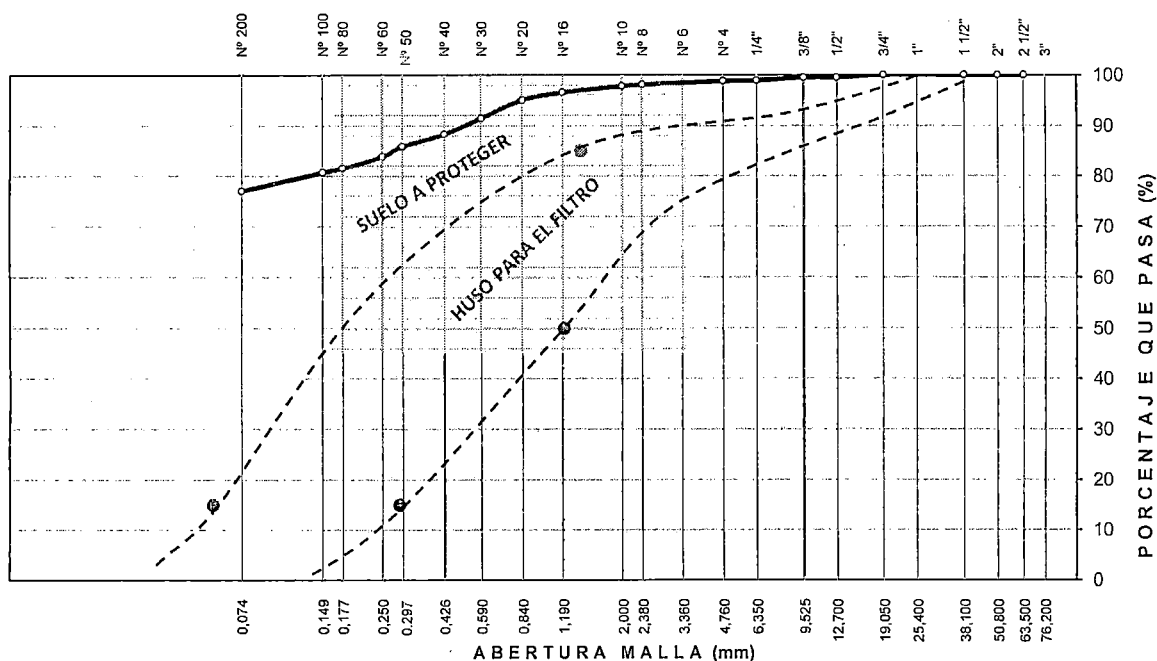
INGEOTECNIA
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL QUICA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRET
C.R. 71239

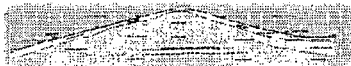
Clasificación AASTHO

A-6

(7)



CURVA GRANULOMÉTRICA DEL SUELO Y HUSO DEL FILTRO



INGEOTECON

CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013"

Solicitantes : Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO

Región : AYACUCHO

Calicata : C - 02

Provincia : HUAMANGA

Estrato : E - 3

Distrito : AYACUCHO

Fecha : SETIEMBRE DEL 2013

Lugar : RANCHA

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (ASTM D-4318, MTC E 111-2000)

DEFINICIONES : El Limite Plastico de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo secado en horno, cuando esta se haya entre limite del estado semisolido y el estado plastico.

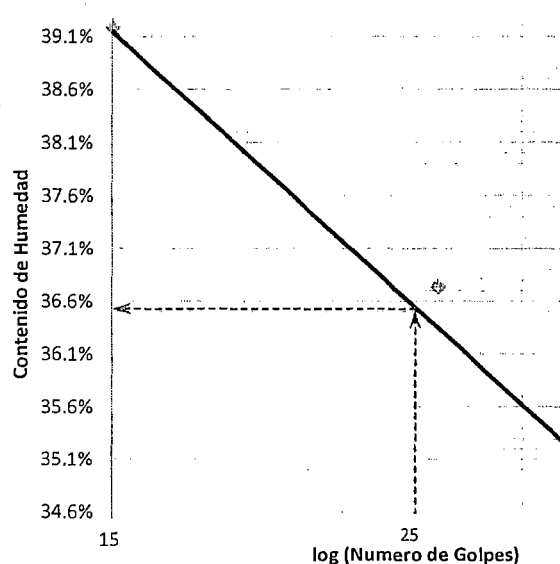
	RECIPIENTE	Nº	131.0	132.0		
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	29.69	25.33		
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	29.41	25.01		
3	PESO RECIPIENTE	gr	27.71	23.05		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	0.28	0.33		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	1.70	1.96		
6	HUMEDAD	%	16.5%	16.7%		
LIMITE PLASTICO		%	16.6%			

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E 110-2000)

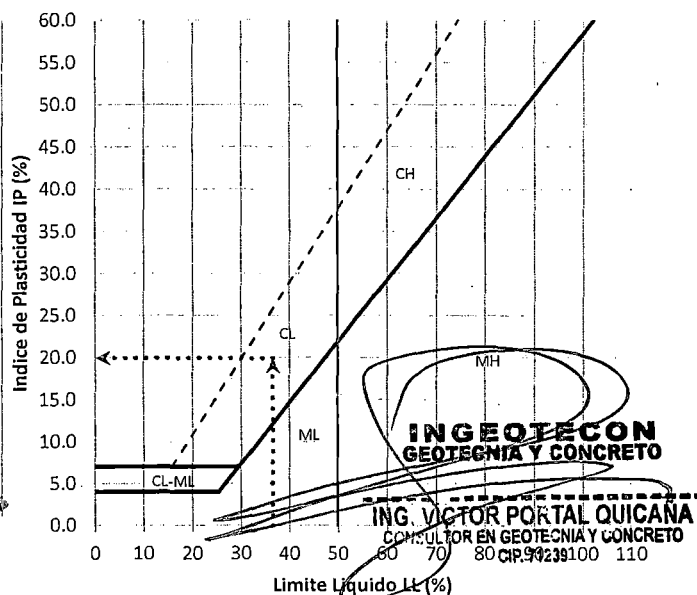
DEFINICIONES : El limite liquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo secado en horno, cuando esta se haya entre limite del estado plastico y el estado liquido

	RECIPIENTE	Nº	135.0	129.0	62.0	
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	22.47	32.28	34.50	
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	20.91	30.85	33.01	
3	PESO RECIPIENTE	gr	16.92	26.98	28.71	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.56	1.42	1.49	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	3.99	3.87	4.30	
6	HUMEDAD	%	39.2%	36.7%	34.7%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	15.00	26.00	36.00	
LIMITE LIQUIDO		%	36.5%			

INDICE PLASTICO (%) $IP = LL - LP =$ 20.0%



CURVA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



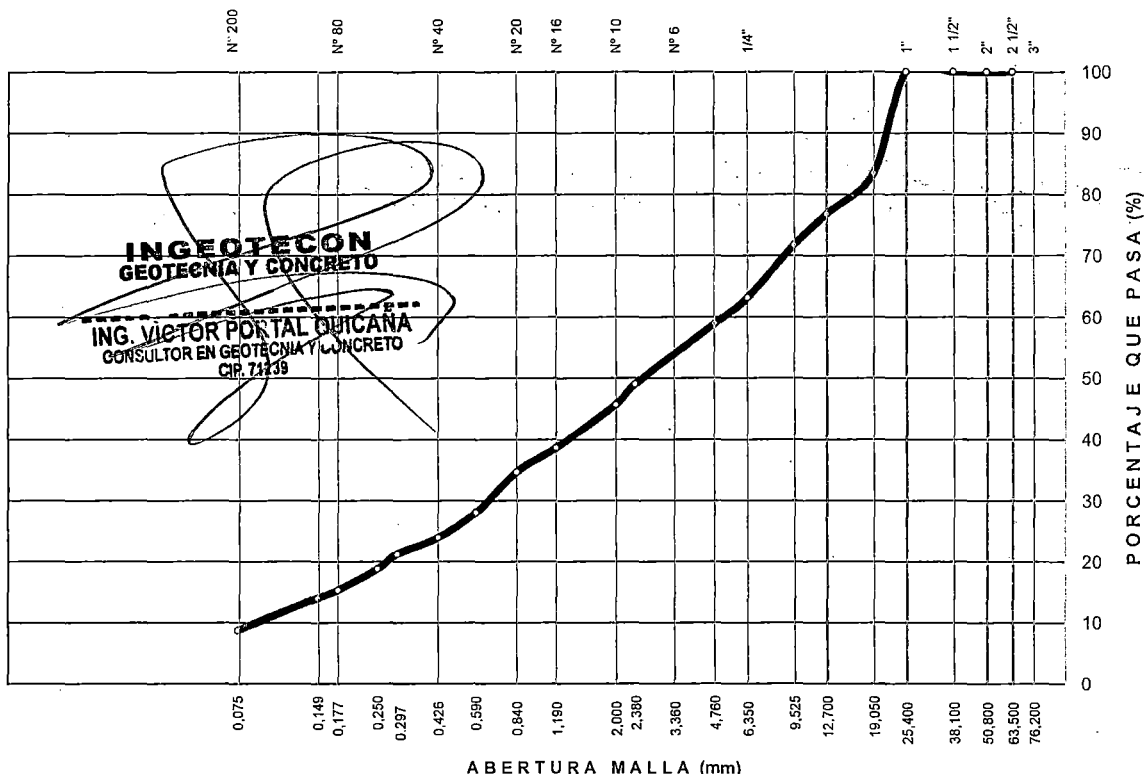
ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto	: "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013"				
Solicitante	: Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO	Región	: AYACUCHO		
Descripción	: C - 02	Provincia	: HUAMANGA		
Estrato	: E - 3	Distrito	: AYACUCHO		
Fecha	: SETIEMBRE DEL 2013	Lugar	: RANCHA		

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.200	-	-	-	PESOS (gr)
	2 1/2"	63.500	-	-	100.0	Peso seco inicial 593.4
	2"	50.800	-	-	100.0	Peso seco lavado 541.4
	1 1/2"	38.100	-	-	100.0	Pérdida por lavado 52.0
	1"	25.400	-	-	100.0	ENSAYOS ESTÁNDAR
	3/4"	19.050	98.01	16.5	83.5	% Grava 41.1
	1/2"	12.700	39.90	6.7	76.8	% Grava gruesa 0.0
	3/8"	9.525	29.84	5.0	71.7	% Grava fina 41.1
	1/4"	6.350	50.74	8.6	63.2	% Arena 50.2
	Nº 4	4.760	25.30	4.3	58.9	% Arena gruesa 13.2
	Nº 6	3.360	-	-	58.9	% Arena media 21.7
	Nº 8	2.380	58.70	9.9	49.0	% Arena fina 15.2
	Nº 10	2.000	19.89	3.4	45.7	% de Fines 8.8
	Nº 16	1.190	41.58	7.0	38.7	
	Nº 20	0.840	23.52	4.0	34.7	D ₁₀ = D _{60(mm)} = 0.0916
	Nº 30	0.590	39.32	6.6	28.1	D _{30(mm)} = 0.6626
	Nº 40	0.426	24.50	4.1	23.9	D _{60(mm)} = 5.1638
	Nº 50	0.297	15.94	2.7	21.3	Cu = 56.39
	Nº 60	0.250	14.75	2.5	18.8	Cc = 0.93
	Nº 80	0.177	20.56	3.5	15.3	CLASIFICACION
	Nº 100	0.149	7.46	1.3	14.1	AASHTO A-2-6 (0)
	Nº 200	0.075	31.42	5.3	8.8	Clasificación SUCS SP-SC
	Fondo	-	-	-	91.2	
	Lavado	52.0	8.8	100.0	-	ARENA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y GRAVA
TOTAL		593.4	100.0	-	-	

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		Boleos/ Bloques
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	



INGEOTECON

CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO

Proyecto : "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013"

Solicitante : Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO

Región : AYACUCHO

Descripción : C - 02

Provincia : HUAMANGA

Estrato : E - 3

Distrito : AYACUCHO

Fecha : SETIEMBRE DEL 2013

Lugar : RANCHA

DEFINICIONES : Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

SUELO A PROTEGER

% Grava	41.1
% Grava gruesa	0.0
% Grava fina	41.1
% Arena	50.2
% Arena gruesa	13.2
% Arena media	21.7
% Arena fina	15.2
% de Finos	8.8
$D_{10} = D_{60(mm)}$	0.0916
$D_{30(mm)}$	0.6626
$D_{60(mm)}$	5.1638
Cu	56.4
Cc	0.9
$D_{15(mm)}$	0.1701
$D_{50(mm)}$	2.6146
$D_{85(mm)}$	20.4821

Clasificación SUCS

SP-SC

ARENA MAL GRADUADA CON
ARCILLA Y GRAVA

MATERIAL DE FILTRO

Según Terzaghi y Peck 1967

$D_{15(F)} \leq 5 D_{85(S)}$	=	102.41	mm
$D_{15(F)} \geq 4 D_{15(S)}$	=	0.68	mm

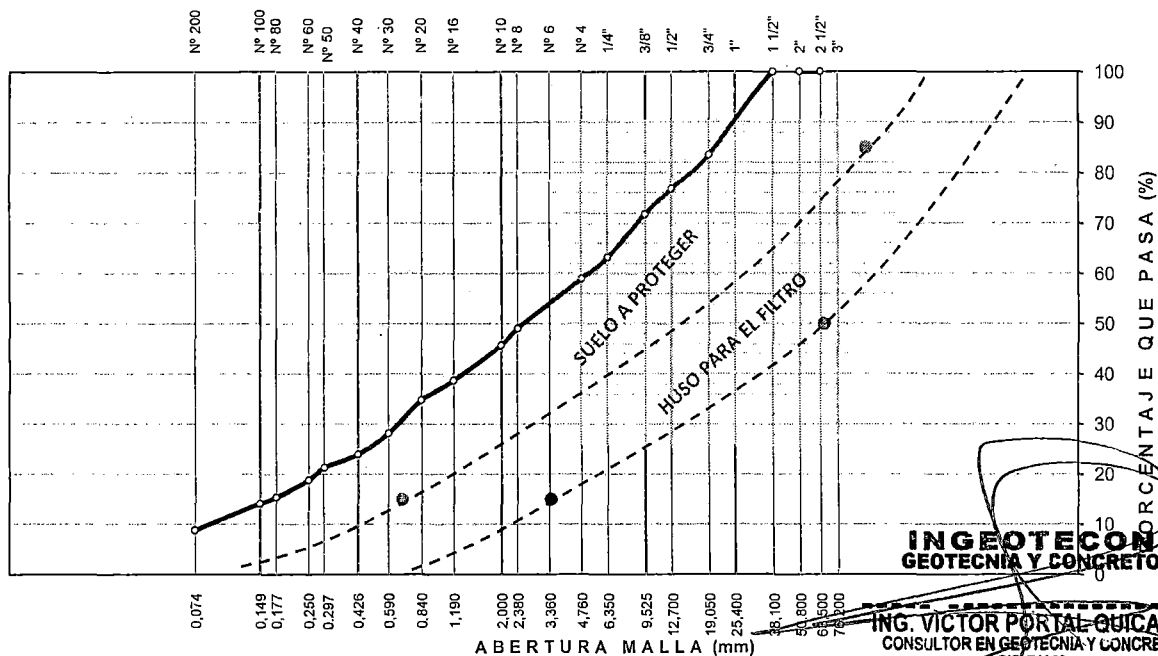
Adicionalmente Según el Departamento de Marina de los Estados Unidos 1971

$D_{50(F)} \leq 25 D_{50(S)}$	=	65.36	mm
$D_{15(F)} \leq 20 D_{15(S)}$	=	3.40	mm

Clasificación AASTHO

A-2-6

(0)



CURVA GRANULOMÉTRICA DEL SUELO Y HUSO DEL FILTRO



INGEOTECON

CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

Proyecto : "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO -2013"

Solicitantes : Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO

Región : AYACUCHO

Calicata : C - 02

Provincia : HUAMANGA

Estrato : E - 4

Distrito : AYACUCHO

Fecha : SETIEMBRE DEL 2013

Lugar : RANCHA

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (ASTM D-4318, MTC E 111-2000)

DEFINICIONES : El Limite Plastico de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo secado en horno, cuando esta se haya entre limite del estado semisolido y el estado plastico.

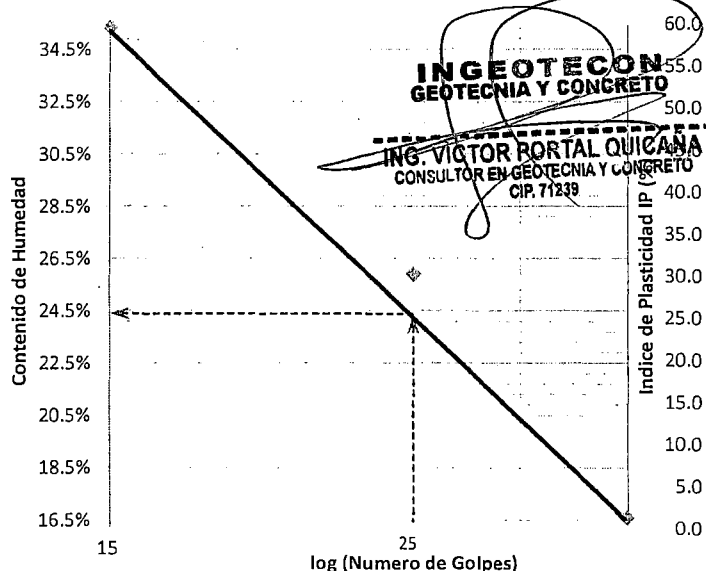
	RECIPIENTE	Nº	136.0	3.0		
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	20.53	44.32		
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	20.10	43.99		
3	PESO RECIPIENTE	gr	17.86	42.30		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	0.43	0.33		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	2.23	1.69		
6	HUMEDAD	%	19.4%	19.6%		
LIMITE PLASTICO		%	19.5%			

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (ASTM D-4318, MTC E 110-2000)

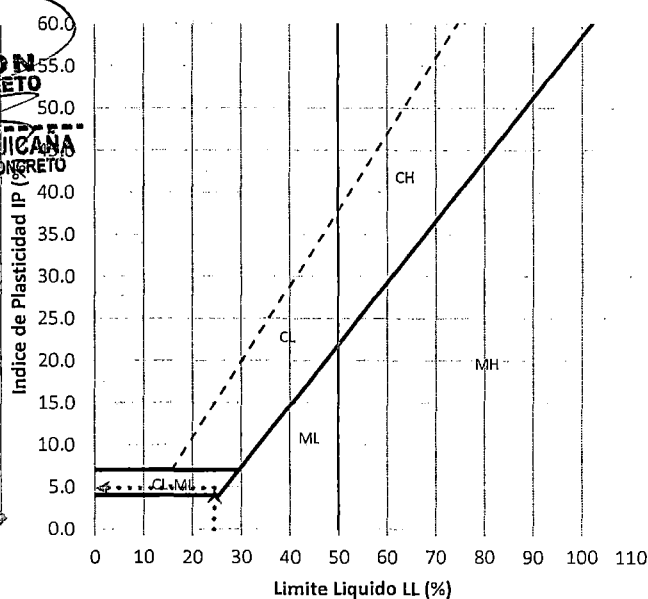
DEFINICIONES : El limite liquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en % del suelo secado en horno, cuando esta se haya entre limite del estado plastico y el estado liquido

	RECIPIENTE	Nº	134.0	137.0	130.0	
1	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	gr	31.46	31.06	26.94	
2	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE	gr	29.65	29.79	25.60	
3	PESO RECIPIENTE	gr	24.54	24.90	17.56	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.81	1.27	1.34	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	5.11	4.89	8.04	
6	HUMEDAD	%	35.4%	25.9%	16.6%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	15.00	25.00	36.00	
LIMITE LIQUIDO		%	24.4%			

INDICE PLASTICO (%) $IP = LL - LP =$ 4.9%



CURVA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD

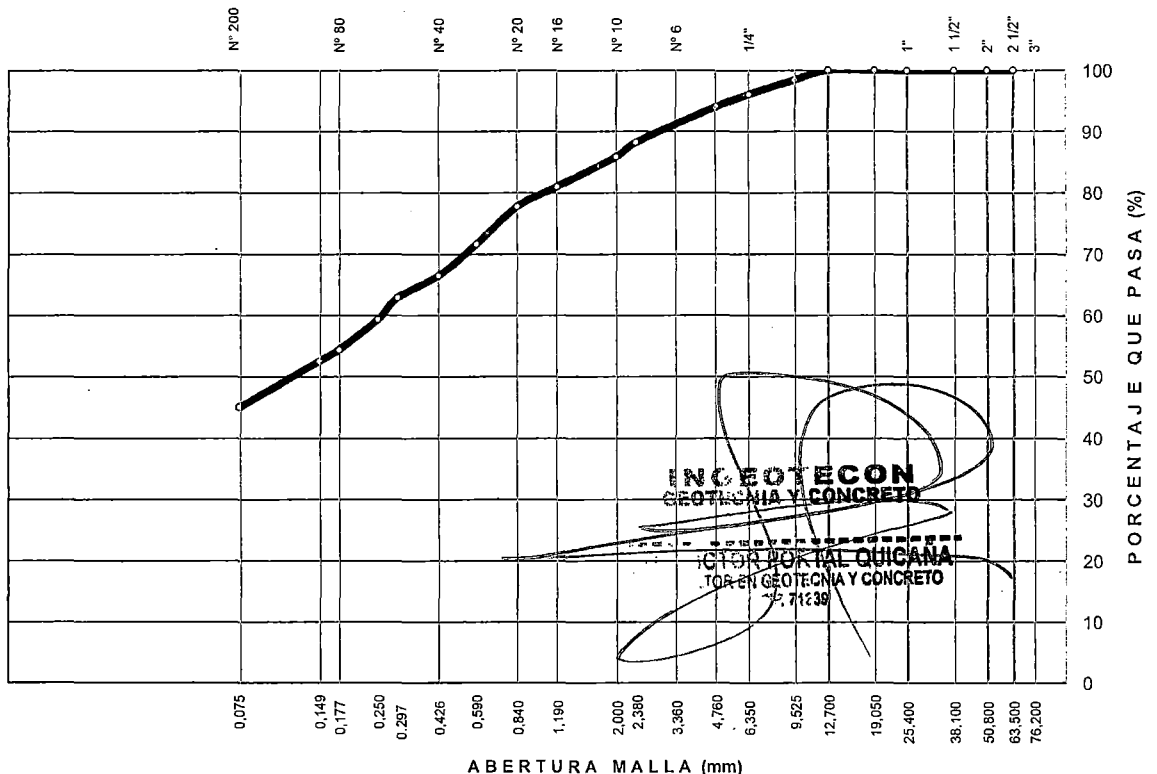


ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN
(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto : "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013"
Solicitante : Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO Región : AYACUCHO
Descripción : C - 02 Provincia : HUAMANGA
Estrato : E - 4 Distrito : AYACUCHO
Fecha : SETIEMBRE DEL 2013 Lugar : RANCHA

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
						PESOS (gr)	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.200	-	-	-	Peso seco inicial	804.6
	2 1/2"	63.500	-	-	100.0	Peso seco lavado	442.6
	2"	50.800	-	-	100.0	Pérdida por lavado	362.0
	1 1/2"	38.100	-	-	100.0	ENSAYOS ESTÁNDAR	
	1"	25.400	-	-	100.0	% Grava	6.0
	3/4"	19.050	-	-	100.0	% Grava gruesa	0.0
	1/2"	12.700	-	-	100.0	% Grava fina	6.0
	3/8"	9.525	12.46	1.5	98.5	% Arena	49.0
	1/4"	6.350	19.23	2.4	96.1	% Arena gruesa	8.1
	Nº 4	4.760	16.46	2.0	94.0	% Arena media	19.3
	Nº 6	3.360	-	6.0	94.0	% Arena fina	21.6
	Nº 8	2.380	46.55	5.8	88.2	% de Finos	45.0
	Nº 10	2.000	18.86	2.3	85.9		
	Nº 16	1.190	39.57	4.9	81.0		
	Nº 20	0.840	25.83	3.2	77.8	D ₁₀ = D _{60(mm)} =	0.0164
	Nº 30	0.590	49.03	6.1	71.7	D _{30(mm)} =	0.0493
	Nº 40	0.426	41.11	5.1	66.6	D _{60(mm)} =	0.2583
	Nº 50	0.297	29.16	3.6	62.9	Cu =	15.70
	Nº 60	0.250	28.65	3.6	59.4	Cc =	0.57
	Nº 80	0.177	39.65	4.9	54.4	CLASIFICACION	
	Nº 100	0.149	15.12	1.9	52.6	AASTHO	A-4 (0)
	Nº 200	0.075	60.94	7.6	45.0	Clasificación SUCS	SC-SM
Fondo			-	-	55.0	ARENA LIMO - ARCILLOSA	
Lavado		362.0	45.0	100.0			
TOTAL		804.6	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		Boleos/ Bloques
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO

Proyecto	: "EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE, SEGÚN LA NORMA E.080 DEL R.N.E EN LA LOCALIDAD DE RANCHA, AYACUCHO-2013"
----------	--

Solicitante : Sr. HECTOR GOMEZ LLACCCHO

Región : AYACUCHO

Descripción : C - 02

Provincia : HUAMANGA

Estrato : E - 4

Distrito : AYACUCHO

Fecha : SETIEMBRE DEL 2013

Lugar : RANCHA

DEFINICIONES : Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

SUELO A PROTEGER	
% Grava	6.0
% Grava gruesa	0.0
% Grava fina	6.0
% Arena	49.0
% Arena gruesa	8.1
% Arena media	19.3
% Arena fina	21.6
% de Finos	45.0
$D_{10} = D_{e(mm)} =$	0.0164
$D_{30(mm)} =$	0.0493
$D_{60(mm)} =$	0.2583
$C_u =$	15.7
$C_c =$	0.6
$D_{15(mm)} =$	0.0247
$D_{50(mm)} =$	0.1236
$L_{85(mm)} =$	1.8541
Clasificación SUCS	SC-SM
ARENA LIMO - ARCILLOSA	

MATERIAL DE FILTRO

Según Terzaghi y Peck 1967

Según Penzance y Peak 1997			
$D_{15(F)} \leq D_{85(S)}$	=	9.27	mm
$D_{15(F)} > 4 D_{15(S)}$	=	0.10	mm
Adicionalmente Según el Departamento de Marina de los Estados Unidos 1971			
$D_{50(F)} \leq 25 D_{50(S)}$	=	3.09	mm
$D_{15(F)} \leq 20 D_{15(S)}$	=	0.49	mm

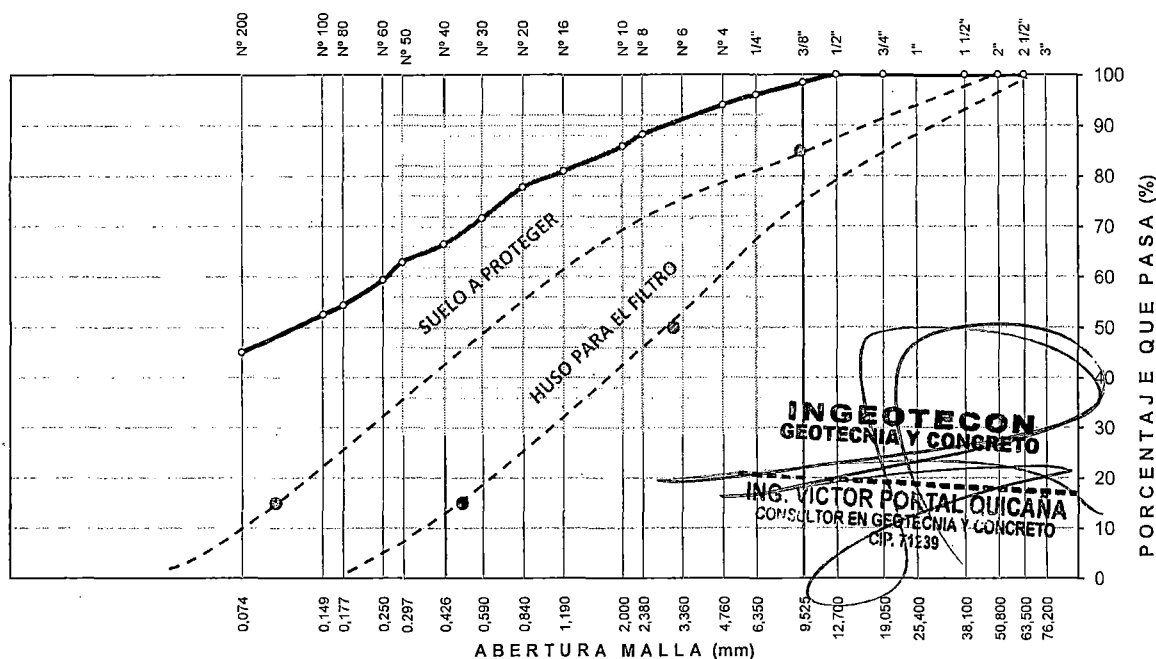
Adicionalmente Según el Departamento de Marina de los Estados Unidos 1971

$D_{50(F)} = < 25$	$D_{50(S)} =$	3.09	mm
$D_{15(F)} = < 20$	$D_{15(S)} =$	0.49	mm

Clasificación AASTHO

A-4

(0)



CURVA GRANULOMÉTRICA DEL SUELO Y HUSO DEL FILTRO

INGEOTECON_{p.}



CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA

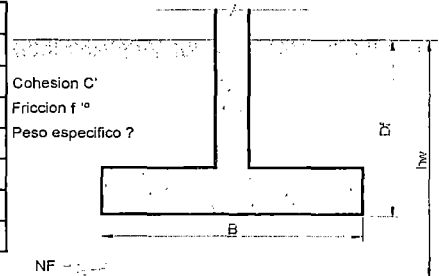
ANEXO IV

ANALISIS



Análisis de Cimentación (SIN MEJORAMIENTO)

Cohesion C' (KN/m ²)	=	2.94
Fricción ϕ'	=	31.1
Peso específico γ (KN/m ³)	=	13.0
Profundidad de cimentación D_f	=	0.48
Base de cimentación B (m)	=	1
Largo de cimentación (m)	=	1
Altura del nivel Freático (h_w)	=	5
Peso específico saturado γ_{sat} (KN/m ³)	=	20.0



Calculo de la capacidad de carga por la formula de Vesic.

q_u = Capacidad Ultima de carga en la base.

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{cc} + q' N_q F_{qs} F_{qd} F_{qc} + 0.5 \gamma' B N_\gamma F_{ys} F_{yd} F_{yc}$$

donde:

c' = Cohesión

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga

F_{cs}, F_{qs}, F_{ys} = Factores de forma

F_{cd}, F_{qd}, F_{yd} = Factores de profundidad

F_{cc}, F_{qc}, F_{yc} = Factores de compresibilidad

γ' = peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación

q' = esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentación

El esfuerzo efectivo en la base de cimentación:

$$q' = 6.26 \text{ KN/m}^2$$

El peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación:

Caso I ($0 \leq h_w \leq D_f$)	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w =$	10.19
Caso II ($D_f \leq h_w \leq D_f + B$)	$d = h_w - D_f =$	0.00
	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w + d/B (\gamma - \gamma_{sat} + \gamma_w) =$	10.19
Caso III ($h_w > D_f + B$)	$\gamma' =$	13.0
$\gamma' =$	13.05 KN/m³	

Los factores de capacidad de carga, según Vesic 1973 es:

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) e^{n \tan \phi'}$	=	20.87
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$	=	32.94
$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi'$	=	26.39

Los factores de corrección por forma por De Beer 1970 son:

$F_{cs} = 1 + B N_q / (L N_c)$	=	1.63
$F_{qs} = 1 + B/L \tan \phi'$	=	1.60
$F_{ys} = 1 - 0.4 B/L$	=	0.60

Los factores por corrección de profundidad por Hansen 1970 son:

$F_{cd} = 1 + 0.4 D_f / B$	=	1.19
$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 D_f / B$	=	1.14
F_{yd}	=	1.00

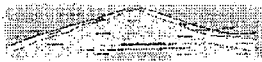
Los factores por corrección por compresibilidad del suelo por Vesic 1973 son:

- Calcule el índice de rigidez crítica como:
 $I_{rc} = 0.5 (\exp((3.3 - 0.45 B/L) \cot(45 - \phi'/2)))$

$$I_{rc} = 15.31$$

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL QUIGANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71239



INGEOTECON

CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA
AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

Variación de I_{rc} con ϕ' y B/L

ϕ' grados	$B/L = 0$	$B/L = 1$
0	13	8
10	25	15
15	37	20
20	55	30
25	89	44
30	152	70
35	283	120
40	592	225

Por lo tanto

$$I_{rc} = 70.00$$

2. Calcule el índice de rigidez como:

$$I_r = E_s / (2(1 + \mu_s)(c' + q' \tan \phi'))$$

Donde :

E_s = Modulo de elasticidad del suelo drenado.

$E_s = m \text{ Pa}$

Donde :

P_a = presión atmosférica ($\approx 100 \text{ kN/m}^2$ o 2000 lb/pie^2)

$m =$ 100 a 200 para suelos sueltos

200 a 500 para suelo medio denso

500 a 1000 para suelo denso

$$m = 35$$

$$E_s = m P_a = 356.78 \text{ tn/m}^2 = 3500.00 \text{ KN/m}^2$$

μ_s = relación de poisson del suelo drenado

$$\mu_s = 0.1 + 0.3(\phi' - 25)/20 \text{ para } 25^\circ \leq \phi' \leq 45^\circ$$

$$\mu_s = 0.35$$

$$I_r = 192.88$$

3. Si $I_{rc} \leq I_r$, entonces :

$$F_{qc} = 1.00$$

$$F_{qc} = 1.00$$

$$F_{qc} = 1.00$$

Por lo tanto :

q_u = Capacidad Ultima de carga en la base de la cimentacion

$$q_u = 529.96 \text{ Kn/m}^2$$

$$q_u = 5.40 \text{ kg/cm}^2$$

Calculo de la capacidad de carga por la formula de Terzaghi.

La capacidad de carga ultima se calcula por la siguiente expresion:

$$q_u = c' N_c d_c S_c + q' N_q S_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma S_\gamma$$

Influencia de la profundidad de cimentacion, recomendados para la formula:

$$d_c = 1.20 \text{ Según Skempton}$$

Influencia de la forma de la cimentacion, recomendados para la formula:

$$S_c = 1 + 0.2 B/L = 1.20$$

$$S_q = 1 + 1.5 \tan \phi' B/L = 1.90$$

$$S_\gamma = 1 - 0.1 B/L = 0.90$$

Los factores de capacidad de carga, recomendados para la formula son:

$$\phi' \text{ corregido} = 20.73$$

$$C' \text{ corregido} = 1.96$$

$$N_q = (1 - \sin \phi') / (1 - \sin \phi') e^{\pi \tan \phi'} = 6.88$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi' = 15.55$$

$$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \tan \phi' = 3.34$$

$$q_u = 145.66 \text{ KN/m}^2$$

$$q_u = 1.48 \text{ kg/cm}^2$$

La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte escogido sera:

$$q_u = 1.48$$

$$q_{ad} = q_u / F_s$$

$$F_s = 3.00$$

$$q_{ad} = 0.49 \text{ kg/cm}^2$$

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
C.P. 71239



Asentamiento elástico

El asentamiento elastico , bajo una carga de trabajo vertical esta dado por:

$$Se(flexible) = q_0 B(1-\mu_s^2)I_f/E_s$$

Donde:

q_0 = Presión neta aplicada sobre la cimentación

μ_s = Relación de Poisson del suelo

E_s = Módulo de elasticidad del suelo bajo la cimentación.

B = base de la cimentación

I_f = factor en cm/m

Cimentación	Valores de I_f (cm/m)		
Cuadrada	Rígida		82
	Flexible	Centro	112
		Esquina	56
		Medio	95
Circular	Rígida		88
	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
		Medio	85
Corrida ($L/B \Rightarrow 10$)	Rígida		210
	Flexible	Centro	254
		Esquina	127
		Medio	225
Rectangular ($5 \Rightarrow L/B \Rightarrow 2$)	Rígida		120
	Flexible	Centro	153
		Esquina	77
		Medio	130

Para cimientos cuadrados:

q_0 = 4.95 tn/m²

Se = 2.56 cm

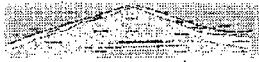
CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIAS ALTURAS DE CIMENTACION.

Tipo de Cimentación	Profundidad D_f (m)	Ancho B (m)	Capac. de Carga q_u (Kg/cm ²)	Capacidad de Carga Admisible $q_{ad tr}$ (kg/cm ²)	Asentamiento S_i (cm)
Aislada	0.48	1.00	1.48	0.49	2.56
	1.50	1.00	3.26	1.09	5.62
	2.00	1.00	4.14	1.38	7.12
	3.00	1.00	5.88	1.96	10.12
	4.00	1.00	7.62	2.54	13.13
	5.00	1.00	9.32	3.11	16.05

La Capacidad de Carga Admisible de trabajo no sera mayor de $q_{ad tr} = 0.50$ kg/cm², definido por la capacidad admisible de asentamiento que fue limitado a 1".

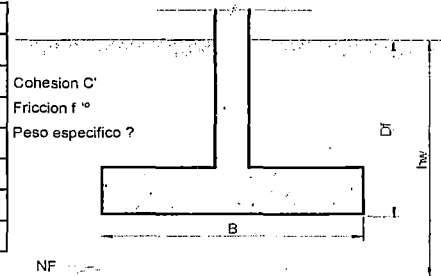
INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71238



Analisis de Cimentacion (CON MEJORAMIENTO)

Cohesion C' (KN/m ²)	=	2.94
Friccion ϕ'	=	31.1
Peso especifico γ (KN/m ³)	=	13.0
Profundidad de cimentacion D_f	=	1.50
Base de cimentacion B (m)	=	1
Largo de cimentacion (m)	=	1
Altura del nivel Freatico (hw)	=	5
Peso especifico saturado γ_{sat} (KN/m ³)	=	20.0



Calculo de la capacidad de carga por la formula de Vesic.

q_u = Capacidad Ultima de carga en la base.

$$q_u = c'N_cF_{cs}F_{cd}F_{cc} + q'N_qF_{qs}F_{qd}F_{qc} + 0.5\gamma'BN_yF_{ys}F_{yd}F_{yc}$$

donde:

c' = Cohesión

N_c, N_q, N_y = Factores de capacidad de carga

F_{cs}, F_{qs}, F_{ys} = Factores de forma

F_{cd}, F_{qd}, F_{yd} = Factores de profundidad

F_{cc}, F_{qc}, F_{yc} = Factores de compresibilidad

γ' = peso especifico efectivo del suelo en la base de la cimentacion

q' = esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentacion

El esfuerzo efectivo en la base de cimentacion:

$$q' = 19.57 \text{ KN/m}^2$$

El peso especifico efectivo del suelo en la base de la cimentacion:

Caso I ($0 < h_w \leq D_f$)	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w =$	10.19
Caso II ($D_f < h_w \leq D_f + B$)	$d = h_w - D_f =$	0.00
	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w + d/B (\gamma - \gamma_{sat} + \gamma_w) =$	10.19
Caso III ($h_w > D_f + B$)	$\gamma' =$	13.0
$\gamma' =$	13.05 KN/m²	

Los factores de capacidad de carga, según Vesic 1973 es:

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$	=	20.87
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$	=	32.94
$N_y = 2 (N_q + 1) \tan \phi'$	=	26.39

Los factores de correccion por forma por De Beer 1970 son:

$F_{cs} = 1 + B N_q / (L N_c)$	=	1.63
$F_{qs} = 1 + B/L \tan \phi'$	=	1.60
$F_{ys} = 1 - 0.4 B/L$	=	0.60

Los factores por correccion de profundidad por Hanzen 1970 son:

$F_{cd} = 1 + 0.4 D_f / B$	=	1.60
$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 D_f / B$	=	1.42
F_{yd}	=	1.00

Los factores por correccion por compresibilidad del suelo por Vesic 1973 son:

1. Calcule el indice de rigidez critica como:

$$I_{rc} = 0.5 (\exp((3.3 - 0.45 B/L) \cot(45 - \phi'/2)))$$

$$I_{rc} = 15.31$$



INGEOTECON

CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA

AREA DE LABORATORIO DE GEOTECNIA Y CONCRETO

Variación de I_{rc} con ϕ' y B/L

ϕ' grados	$B/L = 0$	$B/L = 1$
0	13	8
10	25	15
15	37	20
20	55	30
25	89	44
30	152	70
35	283	120
40	592	225

Por lo tanto

$I_{rc} = 70.00$

2. Calcule el índice de rigidez como:

$$I_r = E_s / (2(1 + \mu_s)(c' + q' \tan \phi'))$$

Donde :

E_s = Modulo de elasticidad del suelo drenado.

$E_s = m \text{ Pa}$

Donde :

P_a = presión atmosférica ($\approx 100 \text{ kN/m}^2$ o 2000 lb/pie^2)

$m =$ $\begin{cases} 100 \text{ a } 200 \text{ para suelos sueltos} \\ 200 \text{ a } 500 \text{ para suelo medio denso} \\ 500 \text{ a } 1000 \text{ para suelo denso} \end{cases}$

$m = 350$

$E_s = m \text{ Pa} = 3567.79 \text{ tn/m}^2 = 35000.00 \text{ KN/m}^2$

μ_s = relación de poisson del suelo drenado

$\mu_s = 0.1 + 0.3(\phi' - 25)/20$ para $25^\circ \leq \phi' \leq 45^\circ$

$\mu_s = 0.3$

$I_r = 912.71$

3. Si $I_{rc} \leq I_r$, entonces :

$F_{qc} = 1.00$

$F_{qc} = 1.00$

$F_{qc} = 1.00$

Por lo tanto :

q_u = Capacidad Ultima de carga en la base de la cimentacion

$q_u = 1288.51 \text{ Kn/m}^2$

$q_u = 13.13 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de la capacidad de carga por la formula de Terzaghi.

La capacidad de carga ultima se calcula por la siguiente expresion:

$$q_u = c' N_c d_c s_c + q' N_q s_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma s_\gamma$$

Influencia de la profundidad de cimentacion, recomendados para la formula:

$d_c = 1.20$ Según Skempton

Influencia de la forma de la cimentacion, recomendados para la formula:

$s_c = 1 + 0.2 B/L = 1.20$

$s_q = 1 + 1.5 \tan \phi' B/L = 1.90$

$s_\gamma = 1 - 0.1 B/L = 0.90$

Los factores de capacidad de carga, recomendados para la formula son:

ϕ' corregido = 20.73

C' corregido = 1.96

$N_q = (1 - \sin \phi') / (1 - \sin \phi') e^{\pi \tan \phi'} = 6.88$

$N_c = (N_q - 1) \cot \phi' = 15.55$

$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \tan \phi' = 3.34$

$q_u = 320.19 \text{ KN/m}^2$

$q_u = 3.26 \text{ kg/cm}^2$

La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte escogido sera:

$q_u = 3.26$

$q_{ad} = q_u / F_s$

$F_s = 3.00$

$q_{ad} = 1.09 \text{ kg/cm}^2$

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71238



Asentamiento elástico

El asentamiento elastico , bajo una carga de trabajo vertical esta dado por:

$$Se(flexible) = q_0 B(1-\mu_s^2)I_f/E_s$$

Donde:

q_0 = Presión neta aplicada sobre la cimentación

μ_s = Relación de Poisson del suelo

E_s = Módulo de elasticidad del suelo bajo la cimentación.

B = base de la cimentación

I_f = factor en cm/m

Cimentación	Valores de I_f (cm/m)		
Cuadrada	Rígida		82
	Flexible	Centro	112
		Esquina	56
		Medio	95
Circular	Rígida		88
	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
		Medio	85
Corrida ($L/B \Rightarrow 10$)	Rígida		210
	Flexible	Centro	254
		Esquina	127
		Medio	225
Rectangular ($5 \Rightarrow L/B \Rightarrow 2$)	Rígida		120
	Flexible	Centro	153
		Esquina	77
		Medio	130

Para cimientos cuadrados:

q_0 = 10.88 tn/m²

Se = 0.58 cm

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA PARA VARIAS ALTURAS DE CIMENTACION.

Tipo de Cimentación	Profundidad Df (m)	Ancho B (m)	Capac. de Carga q_u (Kg/cm ²)	Capacidad de Carga Admisible $q_{ad tr}$ (kg/cm ²)	Asentamiento Si (cm)
Aislada	1.20	1.00	2.74	0.91	0.49
	1.50	1.00	3.26	1.09	0.58
	2.00	1.00	4.14	1.38	0.74
	3.00	1.00	5.88	1.96	1.05
	4.00	1.00	7.62	2.54	1.36
	5.00	1.00	9.32	3.11	1.66

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71239

INGEOTECON



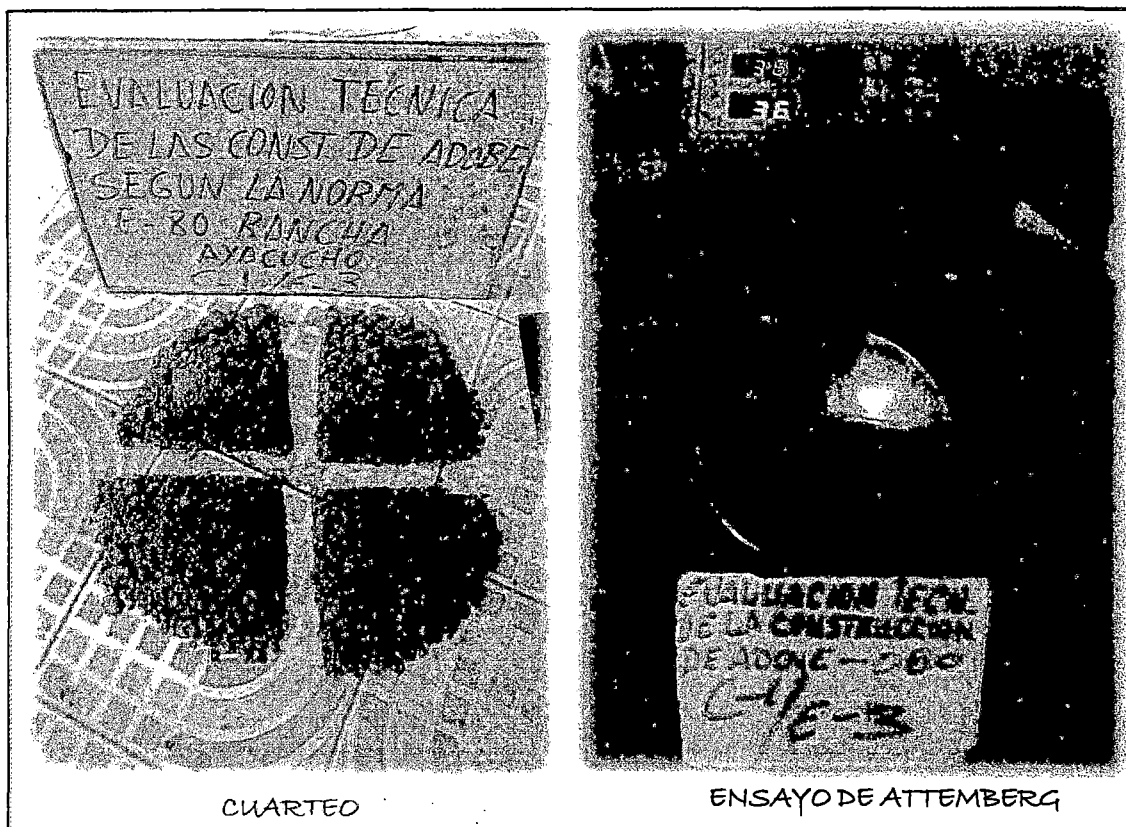
CONSULTORES Y EJECUTORES EN INGENIERIA

PANEL FOTOGRAFICO

UR-GEOTECON S.A.S. PARRA DE BOMBO EMADI MZ K1 Lote 31 COT: 066 9661551183 RPA #693444 FIPO: 314887 CORREO: info@ingeocon.com

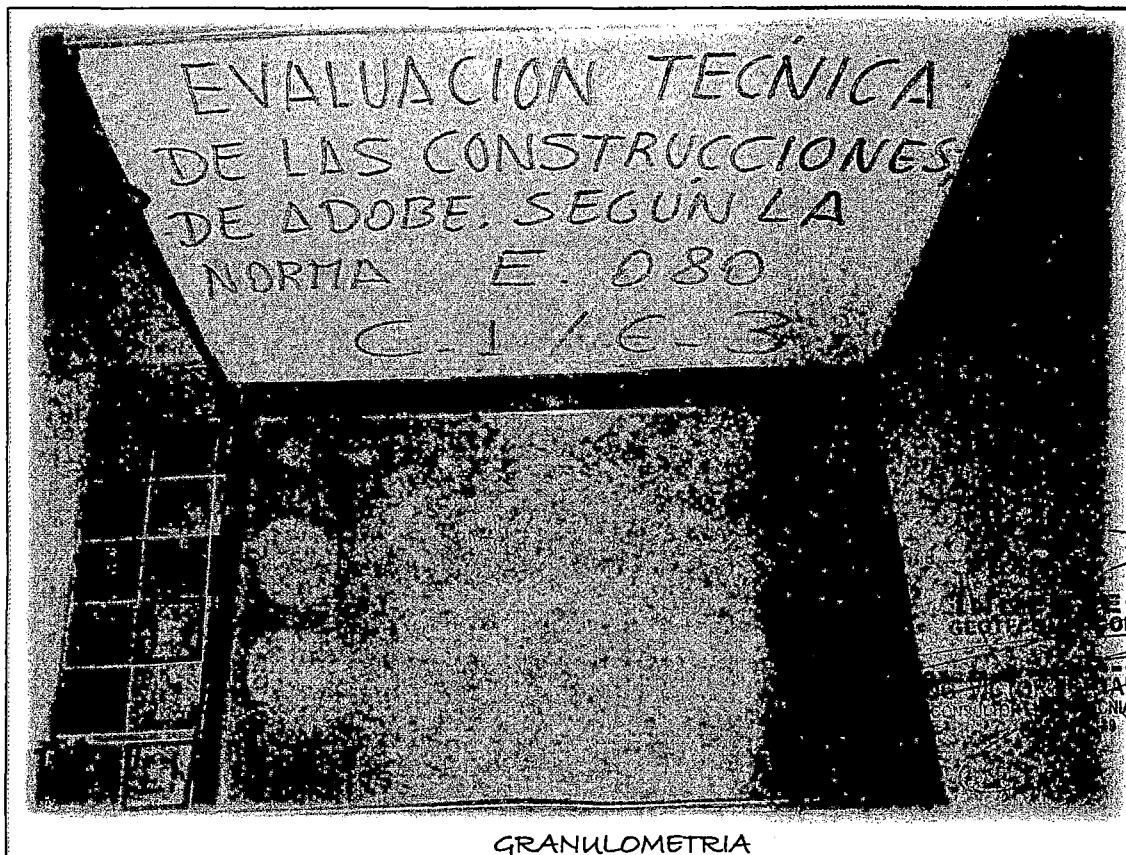


VISTA DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL EN LABORATORIO



CUARTEO

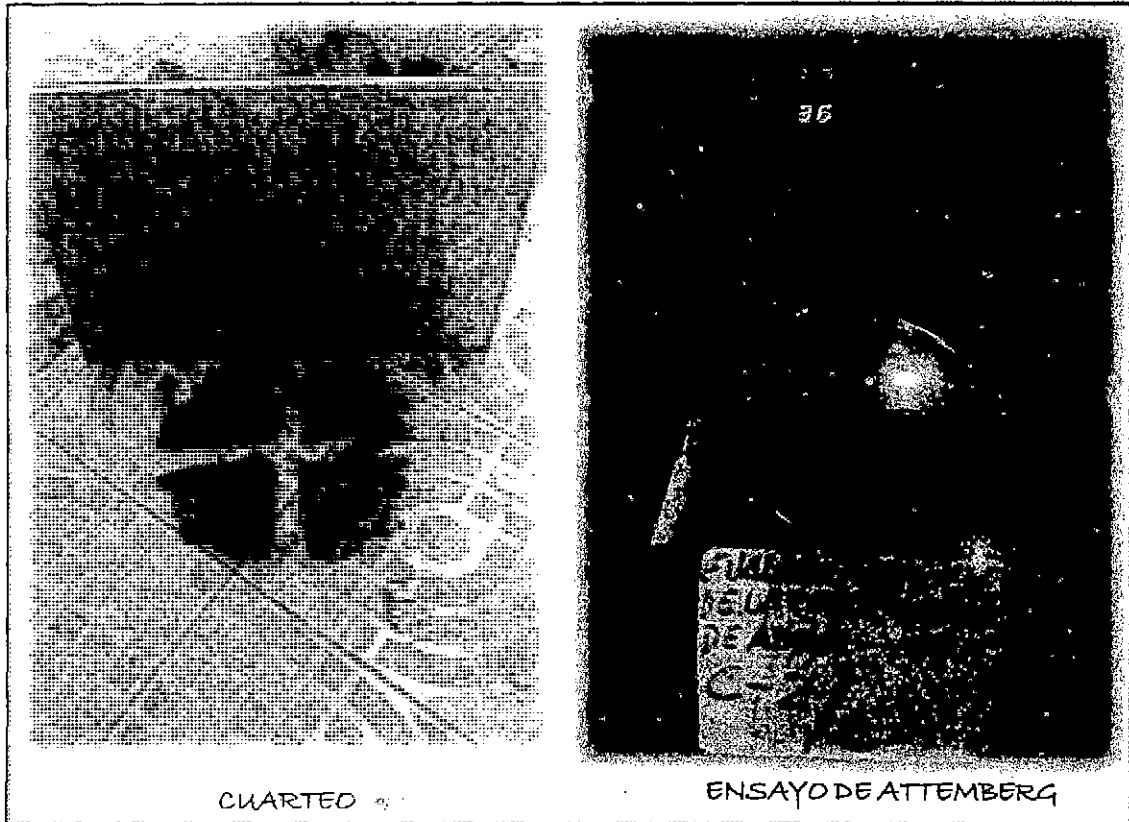
ENSAYO DE ATTEMBERG



GRANULOMETRIA



VISTA DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL EN LABORATORIO



CUARTED

ENSAYO DE ATTEMBERG



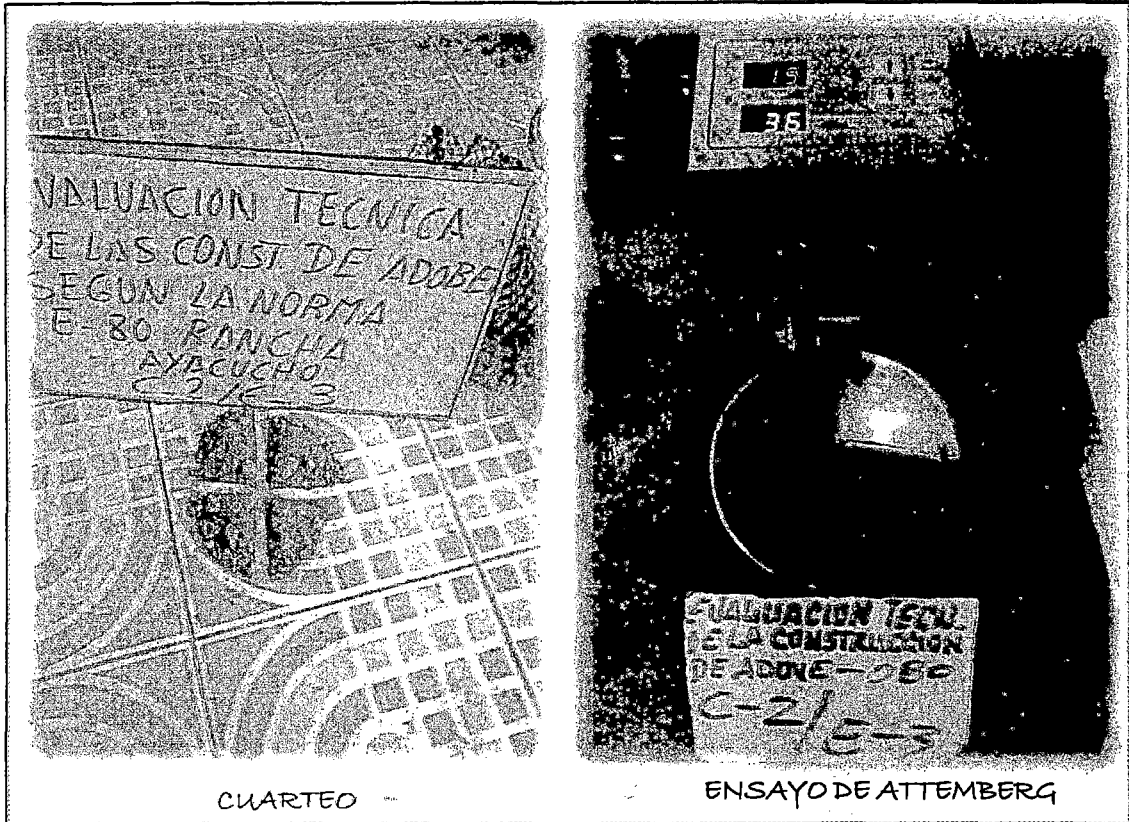
GRANULOMETRIA

INGEOTECON
CONCRETO

AL QUICANA
Y CONCRETO



VISTA DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL EN LABORATORIO





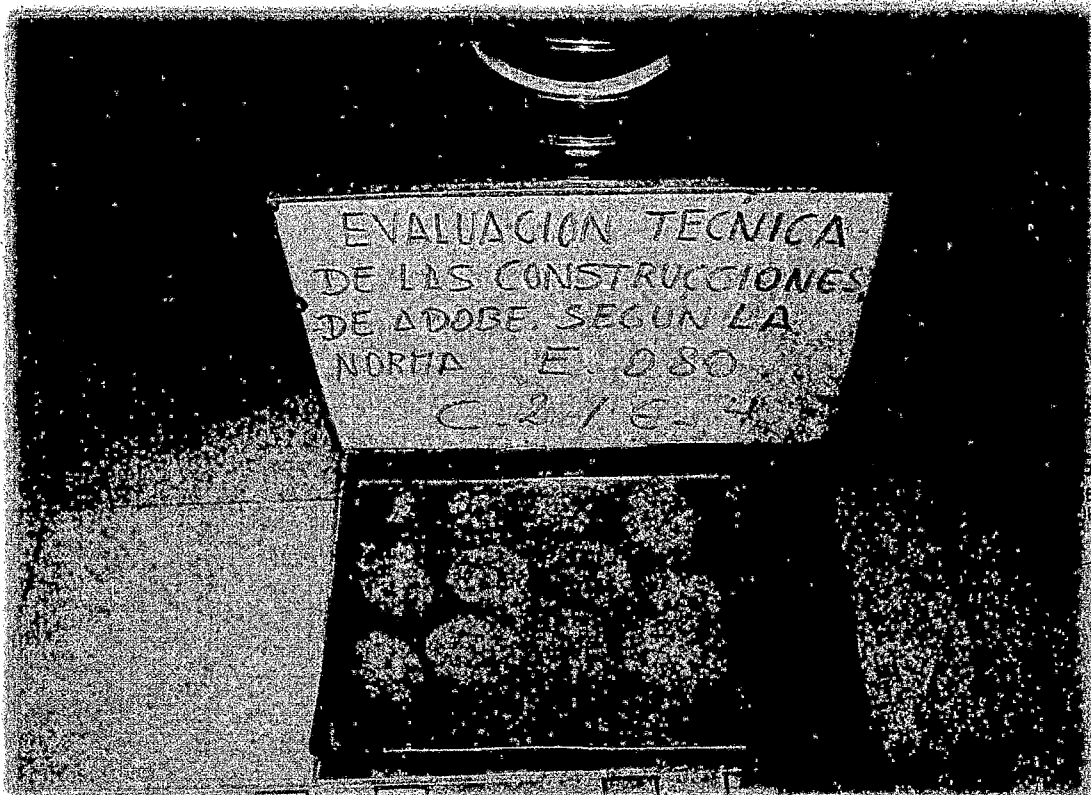
VISTA DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL EN LABORATORIO



CUARTEO



ENSAYO DE ATTEMBERG



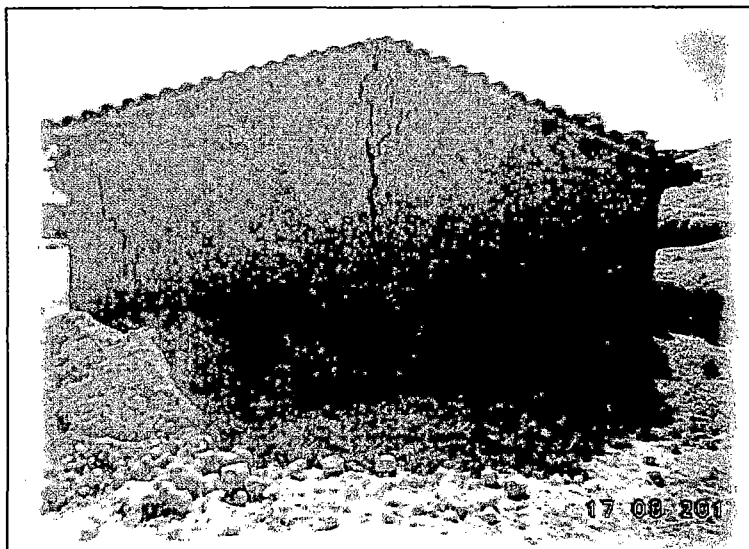
GRANULOMETRIA

INGEOTECON
Y CONCRETO

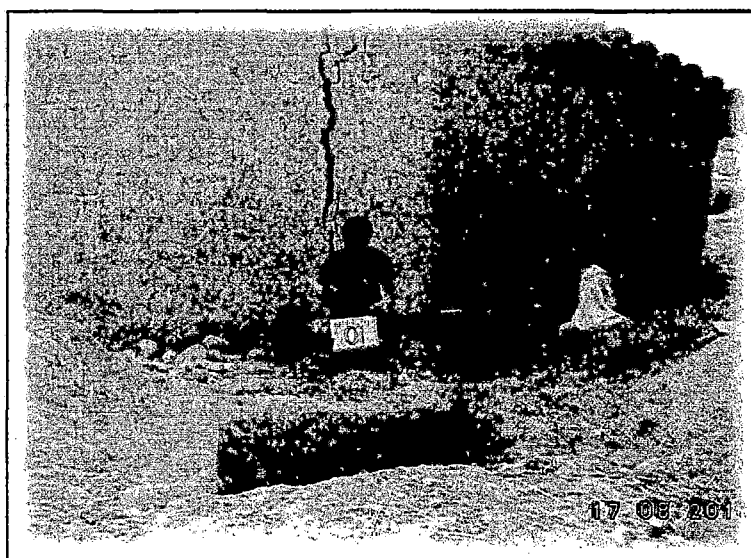
PORTAL QUICANA
INGEOTECNIA Y CONCRETO
P. 21.39



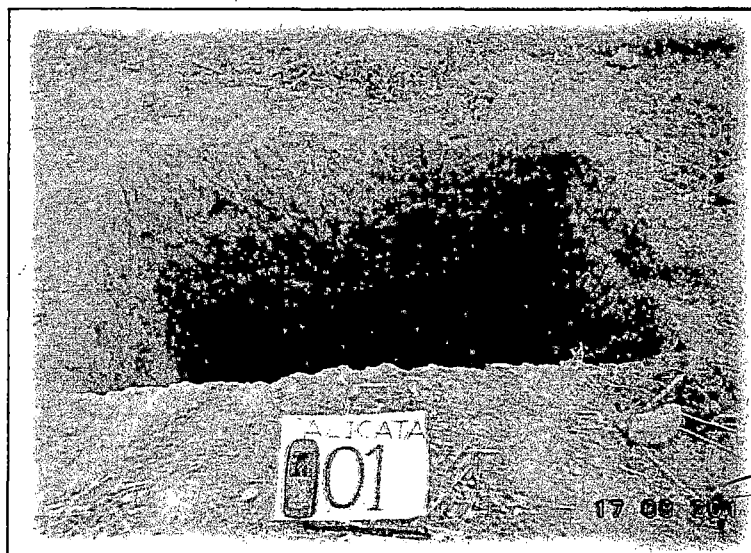
VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO



VISTA
PANORAMICO DEL
LUGAR



VISTA
PANORAMICO DE
LA CALICATA N°1



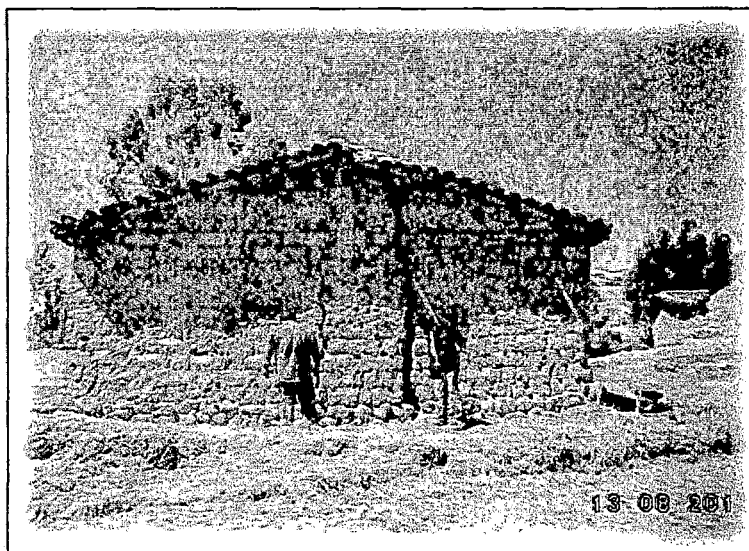
MAS VISTAS
FOTOGRAFICAS.

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PONTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71/39

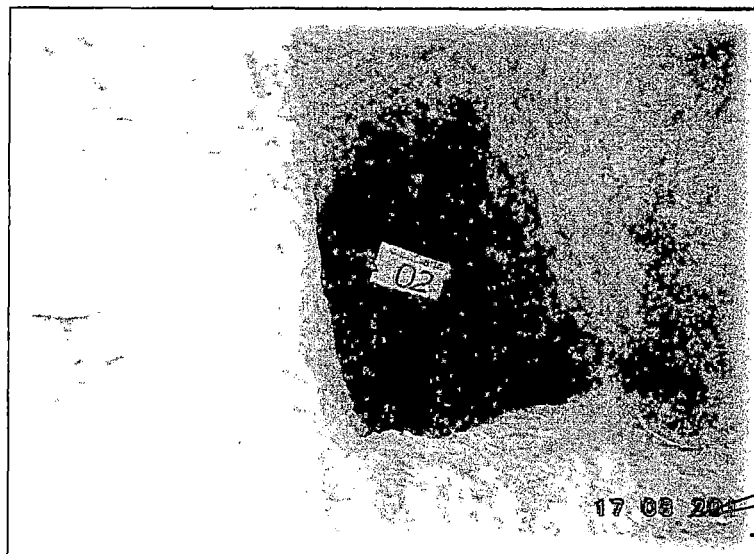
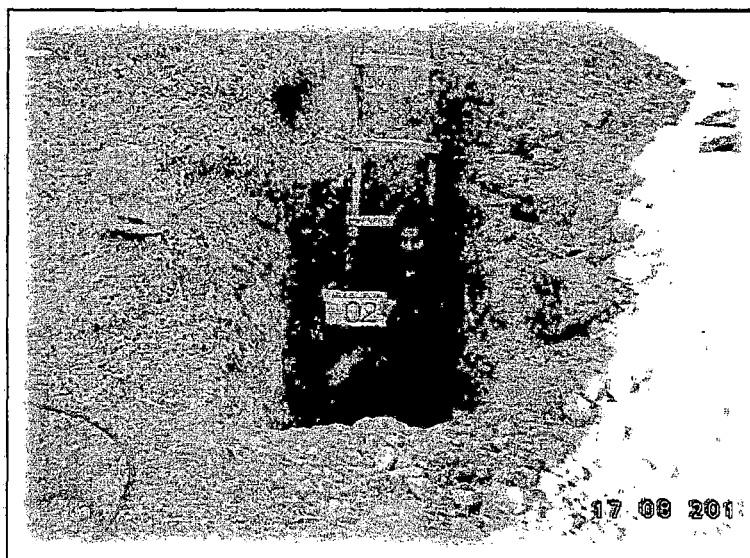


VISTAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO



VISTA
PANORAMICO DEL
LUGAR.

VISTA
PANORAMICO DE
LA CALICATA N°2



MAS VISTAS
FOTOGRAFICAS.

INGEOTECON
GEOTECNIA Y CONCRETO

ING. VICTOR PORTAL QUICANA
CONSULTOR EN GEOTECNIA Y CONCRETO
CIP. 71239

NORMA E.080

ADOBE

Artículo 1.- ALCANCE

La Norma comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño.

El objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas.

Esta Norma 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 sierra.

Los proyectos que se elaboren con alcances y bases distintos a los considerados en esta Norma, deberán estar respaldados con un estudio técnico.

Artículo 2.- REQUISITOS GENERALES

2.1. El proyecto arquitectónico de edificaciones de adobe deberá adecuarse a los requisitos que se señalan en la presente Norma.

2.2. Las construcciones de adobe simple y adobe estabilizado serán diseñadas por un método racional basado en los principios de la mecánica, con criterios de comportamiento elástico.

2.3. Las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso en la zona sísmica 3 y a dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1 definidas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

Por encima del primer piso de adobe, podrán tenerse estructuras livianas tales como las de quincha o similares.

2.4. No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones, cauces de avalanchas, aluviones o huaycos o suelos con inestabilidad geológica.

2.5. Dependiendo de la esbeltez de los muros, se deberá incluir la colocación de refuerzos que mejoren el comportamiento integral de la estructura.

Artículo 3.- DEFINICIONES

3.1. Adobe

Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

3.2. Adobe Estabilizado

Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

3.3. Mortero

Material de unión de los adobes. Puede ser barro con paja o con arena, o barro con otros componentes como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc.

3.4. Arriostre

Elemento que impide el libre desplazamiento del borde de muro. El arriostre puede ser vertical u horizontal.

3.5. Altura Libre de Muro

Es la distancia vertical libre entre elementos de arriostre horizontales.

3.6. Largo Efectivo

Distancia libre horizontal entre elementos de arriostre verticales o entre un elemento de arriostre y un extremo libre.

3.7. Esbeltez

Relación entre la altura libre del muro y su espesor.

3.8. Muro Arriostrado

Es un muro cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de arriostre horizontales y/o verticales.

3.9. Extremo Libre de Muro

Es el borde vertical u horizontal no arriostrado de un muro.

3.10. Vigas Collar o Soleras

Son elementos de uso obligatorio que generalmente conectan a los entrepisos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como elemento de arriostre horizontal (Ver Artículo 6 (6.3)).

3.11. Contrafuerte

Es un arriostre vertical construido con este único fin.

Artículo 4.- UNIDAD O BLOQUE DE ADOBE

4.1. Requisitos Generales

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. El adobe debe ser macizo y sólo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara.

El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

4.2. Formas y Dimensiones

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales.

Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.

b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.

c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

4.3. Recomendaciones para su Elaboración

Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños.

Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas.

Secar los adobes bajo sombra.

Artículo 5.- COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE

5.1. Comportamiento Sísmico de las Construcciones de Adobe

Las fallas de las estructuras de adobe no reforzadas, debidas a sismos, son frágiles. Usualmente la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla del amarre de los muros en las esquinas, empezando por la parte superior; esto a su vez aísla los muros unos de otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral, produciendo el desplome del mismo fuera de su plano.

Si se controla la falla de las esquinas, entonces el muro podrá soportar fuerzas sísmicas horizontales en su plano las que pueden producir el segundo tipo de falla que es por fuerza cortante. En este caso aparecen las típicas grietas inclinadas de tracción diagonal.

Las construcciones de adobe deberán cumplir con las siguientes características generales de configuración:

a) Suficiente longitud de muros en cada dirección, de ser posible todos portantes.

b) Tener una planta que tienda a ser simétrica, preferentemente cuadrada.

c) Los vanos deben ser pequeños y de preferencia centrados.

d) Dependiendo de la esbeltez de los muros, se definirá un sistema de refuerzo que asegure el amarre de las esquinas y encuentros.

5.2. Fuerzas Sísmicas Horizontales

La fuerza sísmica horizontal en la base para las edificaciones de adobe se determinará con la siguiente expresión:

$$H = S U C P$$

Donde:

S: Factor de suelo (indicado en la Tabla 1),

U: Factor de uso (indicados en la Tabla 2),

C: Coeficiente sísmico (indicado en la Tabla 3) y

P: Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50% de la carga viva.

TABLA 1

Tipo	Descripción	Factor S
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible $\geq 3 \text{ Kg/cm}^2$	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible $\geq 1 \text{ Kg/cm}^2$	1,2

TABLA 2

Tipo de las Edificaciones	Factor U
Colegios, Postas Médicas, Locales Comunes, Locales Públicos	1,3
Viviendas y otras edificaciones comunes	1,0

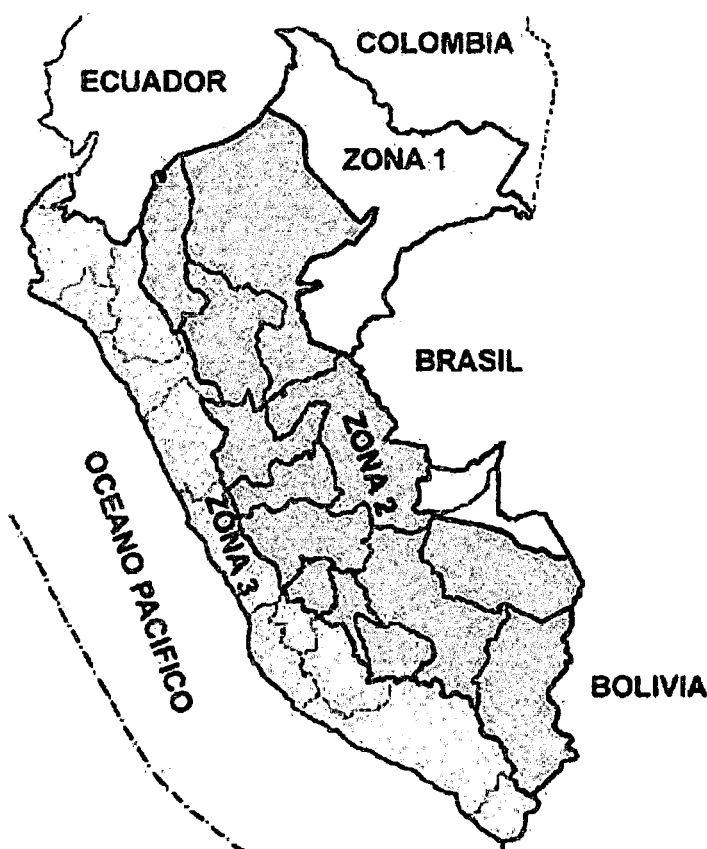
5.3. Comportamiento del Adobe Frente a Cargas Verticales

Usualmente la resistencia de la albañilería a cargas verticales no presenta problemas para soportar la carga de uno o dos pisos. Se debe mencionar sin embargo que los elementos que conforman los entrepisos o techos de estas edificaciones, deben estar adecuadamente fijados al muro mediante la viga collar o solera.

TABLA 3

Zonas Sísmica	Coefficiente Sísmico C
3	0,20
2	0,15
1	0,10

ZONAS SÍSMICAS*
FIGURA 1



* Ver Anexo

5.4. Protección de las Construcciones de Adobe

La humedad y la erosión producidas en los muros, son principales causantes del deterioro de las construcciones de tierra, siendo necesaria su protección a través de:

- Recubrimientos resistentes a la humedad
- Cimientos y sobrecimientos que eviten el contacto del muro con el suelo
- Veredas perimetrales
- Aleros
- Sistemas de drenaje adecuados

Artículo 6.- SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural de las construcciones de adobe estará compuesto de:

- Cimentación
- Muros
- Elementos de arriostre horizontal
- Elementos de arriostre vertical
- Entrepiso y techo
- Refuerzos

6.1. Cimentación

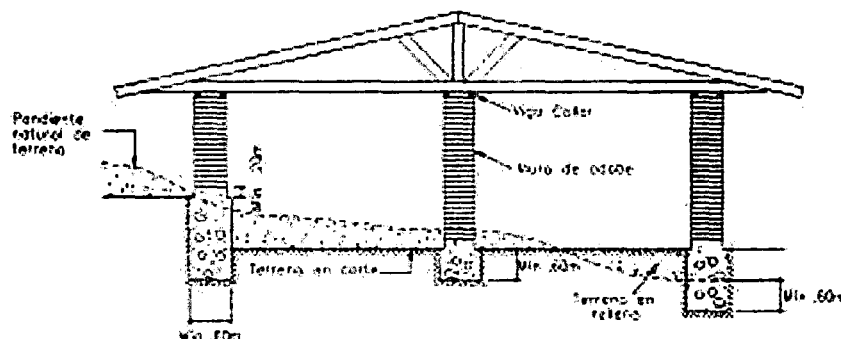
a) No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos ni en arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones, cauces de avalanchas, aluviones o huaycos, o suelos con inestabilidad geológica.

b) La cimentación deberá transmitir la carga de los muros al terreno de acuerdo a su esfuerzo permisible y tendrá una profundidad mínima de 60 cm medida a partir del terreno natural y un ancho mínimo de 40 cm.

c) Los cimientos para los muros deberán ser concreto ciclópeo o albañilería de piedra. En zonas no lluviosas de comprobada regularidad e imposibilidad de inundación, se permitirá el uso de mortero Tipo II para unir la mampostería de piedra (Ver Artículo 7 (7.2)).

d) El sobrecimiento deberá ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra asentada con mortero Tipo I (Ver Artículo 7 (7.11)), y tendrá una altura tal que sobresalga como mínimo 20 cm sobre el nivel del suelo. (Ver Figura 2).

FIGURA 2



6.2. Muros

- Deberá considerarse la estabilidad de todos los muros. Esto se conseguirá controlando la esbeltez y utilizando arriostres o refuerzos.
- Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización y se dispondrá en hiladas sucesivas considerando traslape tal como se muestra en las Figuras 3 y 4.
- El espesor de los muros se determinará en función de la altura libre de los mismos y la longitud máxima del muro entre arriostre verticales será 12 veces el espesor del muro. (Ver Tabla 4)
- En general los vanos deberán estar preferentemente centrados. El borde vertical no arriostrado de puertas y

ventanas deberá ser considerado como borde libre.

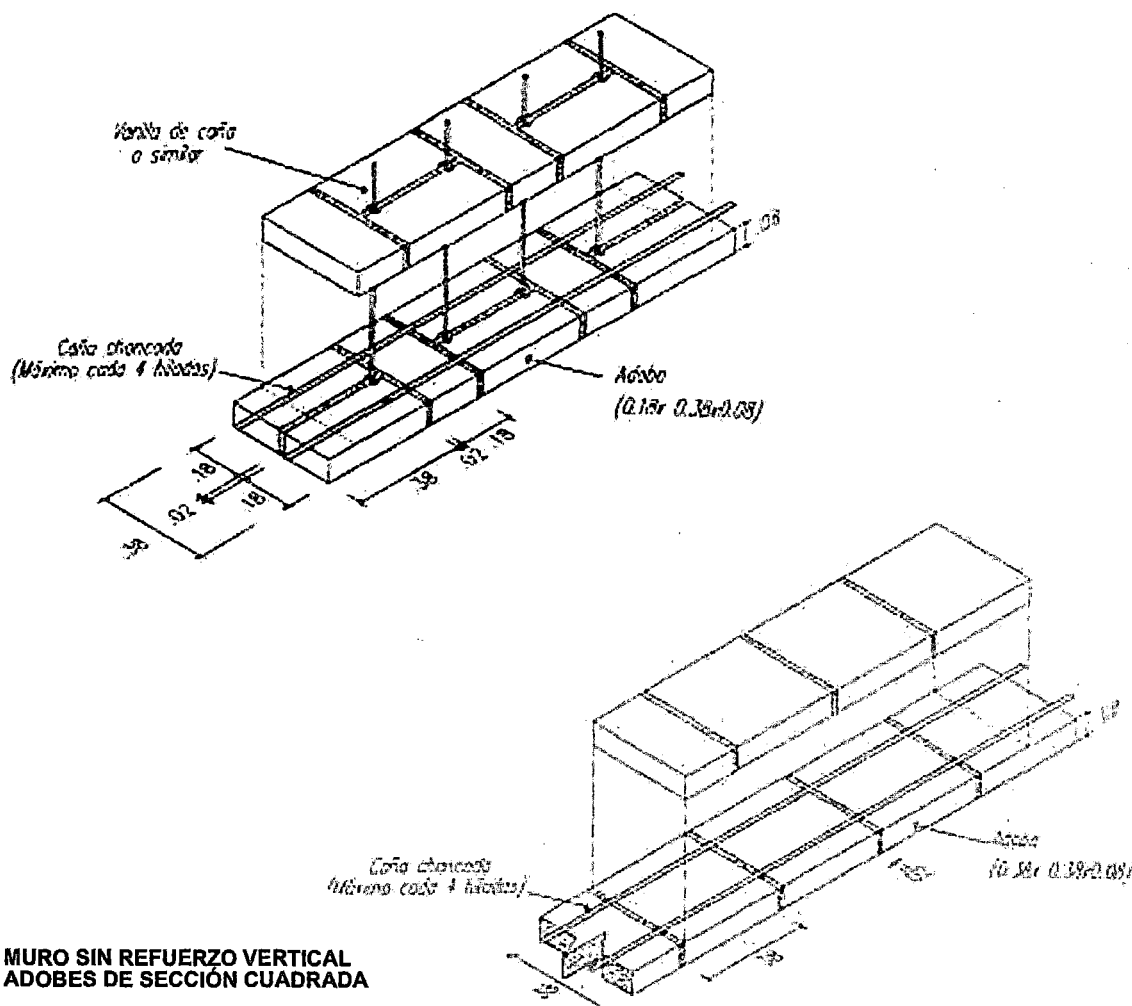
El ancho máximo de puertas y ventanas (vanos) será de 1/3 de la longitud del muro y la distancia entre el borde libre al arriostre vertical más próximo no será menor de 3 ni mayor de 5 veces el espesor del muro. Se exceptúa la condición de 3 veces el espesor del muro en el caso que el muro esté arriostrado al extremo (Ver Figura N° 5)

e) Como refuerzo se podrá utilizar cualquier material de los especificados en la Artículo 6 (6.4).

f) Los muros deberán ser diseñados para garantizar su resistencia, según lo especificado en la Artículo 8.

g) En caso de muros cuyos encuentros sean diferentes a 90° se diseñarán bloques especiales detallándose los encuentros.

FIGURA 3
MURO REFORZADO CON CAÑA O SIMILAR VERTICAL Y HORIZONTAL



MURO SIN REFUERZO VERTICAL
ADOBES DE SECCIÓN CUADRADA

FIGURA 4
TIPOS AMARRE EN ENCUENTROS DE MUROS DE ADOBE CON O SIN REFUERZO

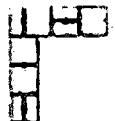
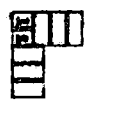
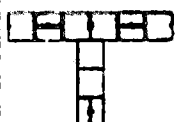
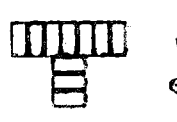
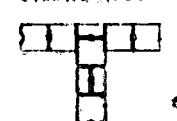
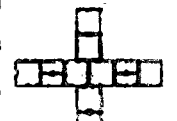
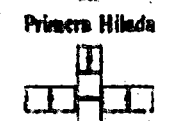
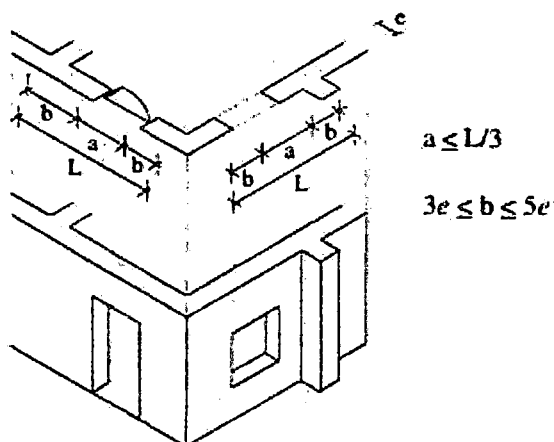
Tipo de encuentro	Muros Reforzados	Muros no Reforzados
En L	 Primera Hilada	 Primera Hilada
	 Segunda Hilada	 Segunda Hilada
En T	 Primera Hilada	 Primera Hilada
	 Segunda Hilada	 Segunda Hilada
En X	 Primera Hilada	 Primera Hilada
	 Segunda Hilada	 Segunda Hilada

FIGURA 5



6.3. Elementos de Arriostre

a) Para que un muro se considere arriostrado deberá existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de arriostre, para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos.

b) Los elementos de arriostre serán verticales y horizontales.

c) Los arriostres verticales serán muros transversales o contrafuertes especialmente diseñados. Tendrán una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación.

Para que un muro o contrafuertes se considere como arriostre vertical tendrá una longitud en la base mayor o igual que 3 veces el espesor del muro que se desee arriostrear.

d) Pueden usarse como elementos de arriostre vertical, en lugar de los muros transversales o de los contrafuertes de adobe, refuerzos especiales como son las columnas de concreto armado que se detallan en la Sección 6.4, refuerzos especiales.

e) Los arriostres horizontales son elementos o conjunto de elementos que poseen una rigidez suficiente en el plano horizontal para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros.

Los elementos de arriostre horizontal más comunes son los denominados viga collar o solera. Estas pueden ser de madera o en casos especiales de concreto madera. (Ver Artículo 6 (6.4)).

f) Los elementos de arriostre horizontal se diseñarán como apoyos del muro arriostrado, considerándose al muro como una losa vertical sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él.

g) Se deberá garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deberán conformar un sistema continuo e integrado.

6.4. Refuerzos Especiales

De acuerdo a la esbeltez de los muros que se indican en la Tabla 4, se requieren refuerzos especiales. Estos tienen como objetivo mejorar la conexión en los encuentros de muros o aumentar la ductilidad de los muros. Dentro de los refuerzos especiales más usados se tienen caña, madera o similares, malla de alambre y columnas de concreto armado.

Se detallarán especialmente los anclajes y empalmes de los refuerzos para garantizar su comportamiento eficaz.

TABLA 4

Esbeltez	Arriostres y Refuerzos Obligatorios	Espesor mín. Muro (m)	Altura mín. Muro (m)
$\lambda \leq 6$	Solera	0,4 - 0,5	2,4 - 3,0
$6 \leq \lambda \leq 8$	Solera + elementos de refuerzos horizontal y vertical en los encuentros de muros	0,3 - 0,5	2,4 - 4,0
$8 \leq \lambda \leq 9$	Solera + elementos de refuerzos horizontal y vertical en toda la longitud de los muros	0,3 - 0,5	2,7 - 4,5

En casos especiales λ podrá ser mayor de 9 pero menor de 12, siempre y cuando se respalde con un estudio técnico que considere refuerzos que garanticen la estabilidad de la estructura.

a) Caña madera o similares

Estos refuerzos serán tiras, colocadas horizontalmente cada cierto número de hiladas (máximo cada 4 hiladas) y estarán unidas entre sí mediante amarres adecuados en los encuentros y esquinas. Podrán usarse en los encuentros y esquineros de los muros o en toda la longitud de los muros, dependiendo de lo indicado en la Tabla 4.

En el caso de que se utilicen unidades cuya altura sea mayor de 10 cm, las tiras de caña tendrán un espaciamiento máximo de 40 cm.

Las tiras de caña o similares se colocarán necesariamente coincidentes con el nivel superior o inferior de todos los vanos.

Se colocarán cañas o elementos de características similares como refuerzos verticales, ya sea en un plano central entre unidades de adobe (Ver Figura 3), o en alvéolos de mínimo 5 cm de diámetro dejados en los adobes (Ver Figura 3).

En ambos casos se rellenarán los vacíos con mortero. En esfuerzo vertical deberá estar anclado a la cimentación y fijado a la solera superior. Se usará caña madura y seca o elementos rectos y secos de eucalipto u otros similares.

Se podrá usar madera en dinteles de vanos y vigas soleras sobre los muros.

La viga solera se anclará adecuadamente al muro y al dintel si lo hubiese.

b) Malla de alambre

Se puede usar como refuerzo exterior aplicado sobre la superficie del muro y anclado adecuadamente a él. Deberá estar protegido por una capa de mortero de cemento - arena de 4 cm aproximadamente.

La colocación de la malla puede hacerse en una o dos caras del muro, en cuyo caso se unirá ambas capas mediante elementos de conexión a través del muro. Su uso es eficiente en las esquinas asegurado un traslape adecuado.

c) Columnas y vigas de concreto armado

La utilización de columnas de concreto armado como confinamiento de muros de adobe debe utilizarse en casos en que el espesor del muro no exceda los 25 cm y se utilice para unir los adobes un mortero que contenga cemento para poder anclar alambre de $\frac{1}{4}$ cada tres hiladas

con la finalidad de conseguir una adecuada transmisión de esfuerzos entre el muro y la columna.

La utilización de vigas soleras de concreto armado tiene como objetivo contribuir a formar un diagrama rígido en el nivel en que se construya, puede ser colocado en varios niveles formando anillos cerrados, pero principalmente debe colocarse en la parte superior. Se puede combinar con elementos de refuerzo verticales como cañas o columnas de concreto armado.

De acuerdo al espesor de los muros, se deberá colocar el refuerzo que se indica en la Tabla 4.

En casos especiales se podrá considerar espesores de muro de 20 - 25 cm, siempre que se respalde por un estudio técnico que considere refuerzos verticales y horizontales.

6.5. Techos

a) Los techos deberán en lo posible ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros; además, deberán estar adecuadamente fijados a éstos a través de la viga solera.

b) Los techos deberán ser diseñados de tal manera que no produzcan en los muros, empujes laterales que provengan de las cargas gravitacionales.

c) En general, los techos livianos no pueden considerarse como diafragmas rígidos y por tanto no contribuyen a la distribución de fuerzas horizontales entre los muros. La distribución de las fuerzas de sismo se hará por zonas de influencia sobre cada muro longitudinal, considerando la propia masa y las fracciones pertinentes de las masas de los muros transversales y la del techo.

d) En el caso de utilizar tijerales, el sistema estructural del techado deberá garantizar la estabilidad lateral de los tijerales.

e) En los techos de las construcciones se deberá considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, asilamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.

Artículo 7.- MORTEROS

Los morteros se clasificaran en dos grupos:

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

Se considera que las juntas de la albañilería constituyen las zonas críticas, en consecuencia ellas deberán contener un mortero del tipo I ó II de buena calidad.

7.1. Mortero Tipo I

Mortero de suelo y algún aglomerante como cemento, cal o asfalto.

Deberá utilizarse la cantidad de agua que permita una adecuada trabajabilidad.

Las proporciones dependen de las características granulométricas de los agregados y de las características específicas de otros componentes que puedan emplearse.

7.2. Mortero Tipo II

La composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá una calidad menor que las mismas.

Deberá emplearse la cantidad de agua que sea necesaria para una mezcla trabajable.

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente.

Artículo 8.- ESFUERZOS ADMISIBLES

Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse.

Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos

- Resistencia a la compresión de la unidad:

$$f_c = 12 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia a la compresión de la albañilería:

$$f_m = 0,2 f_c \text{ ó } 2 \text{ kg/cm}^2$$

- Resistencia a la compresión por aplastamiento:

$$1,25 f_m$$

- Resistencia al corte de la albañilería:

$$V_m = 0,25 \text{ kg/cm}^2$$

8.1. Resistencia a la Compresión de la Unidad

La resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe.

El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_o) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.

Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de f_o mínimo aceptable de 12 kg/cm².

La resistencia a la compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma y no de la albañilería.

8.2. Resistencia a la Compresión de la Albañilería

La resistencia a la compresión de la albañilería podrá determinarse por:

- a) Ensayos de pilas con materiales y tecnología a usar en obra.

Las pilas estarán compuestas por el número entero de adobes necesarios para obtener un coeficiente de esbeltez (altura / espesor) del orden de aproximadamente tres (3), debiéndose tener especial cuidado en mantener su verticalidad.

El número mínimo de adobes será de cuatro (4) y el espesor de las juntas será de 2 cm. La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 6.

El tiempo de secado del mortero de las pilas será de 30 días y el número mínimo de pilas a ensayar será de tres (3).

Mediante estos ensayos se obtiene el esfuerzo último f'_m en compresión de la pila, considerándose aquel valor que sobrepasa en 2 de la 3 pilas ensayadas.

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

$$f_m = 0,25 f'_m$$

Donde:

f'_m = esfuerzo de compresión último de la pila

- b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de pilas, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible:

$$f_m = 2,0 \text{ Kg/cm}^2$$

8.3. Esfuerzo Admisible de Compresión por Aplastamiento

El esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento será: $1,25 f_m$

8.4 Resistencia al Corte de la Albañilería

La resistencia al corte de la albañilería se podrá determinar por:

- a) Ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra.

La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura 7.

Se ensayarán un mínimo de tres (3) especímenes.

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

$$V_m = 0,4 f'_t$$

Donde:

f'_t = esfuerzo último del murete de ensayo.

Este valor será el sobrepasado por 2 de cada 3 de los muretes ensayados.

- b) Alternativamente cuando no se realicen ensayos de muretes, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible al corte:

$$V_m = 0,25 \text{ kg/cm}^2$$

Artículo 9.- DISEÑO DE MUROS

9.1. Diseño de Muros Longitudinales

La aplicación de la resistencia V_m se efectuará sobre el área transversal crítica de cada muro, descontando vanos si fuera el caso.

FIGURA 6
ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL

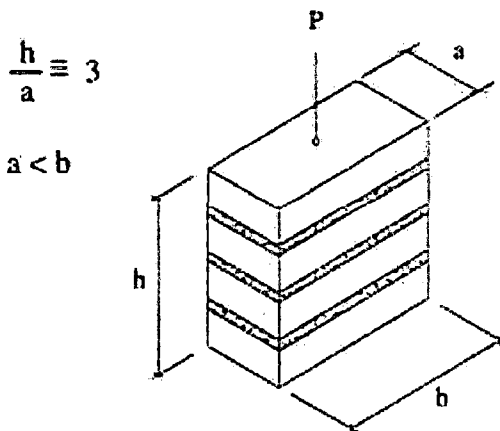
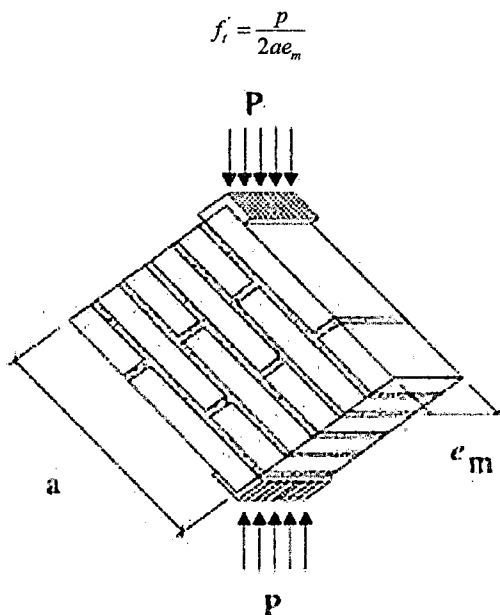


FIGURA 7
ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL



ANEXO

ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Las zonas sísmicas en que se divide el territorio peruano, para fines de esta Norma se muestran en la Figura 1. A continuación se especifican las provincias de cada zona.

Zona 1

1. Departamento de Loreto. Provincias de Ramón Castilla, Maynas, y Requena.
2. Departamento de Ucayali. Provincia de Purús.
3. Departamento de Madre de Dios. Provincia de Tahuamanú.

Zona 2

1. Departamento de Loreto. Provincias de Loreto, Alto Amazonas y Ucayali.

2. Departamento de Amazonas. Todas las provincias.
3. Departamento de San Martín. Todas las provincias.
4. Departamento de Huánuco. Todas las provincias.
5. Departamento de Ucayali. Provincias de Coronel Portillo, Añashuay y Padre Abad.
6. Departamento de Cerro de Pasco. Todas las provincias.
7. Departamento de Junín. Todas las provincias.
8. Departamento de Huancavelica. Provincias de Acobamba, Angaraes, Churcampá, Tayacaja y Huancavelica.
9. Departamento de Ayacucho. Provincias de Sucre, Huamanga, Huanta y Vilcashuaman.
10. Departamento de Apurímac. Todas las provincias.
11. Departamento de Cusco. Todas las provincias.
12. Departamento de Madre de Dios. Provincias de Tambopata y Manú.
13. Departamento de Puno. Todas las provincias.

Zona 3

1. Departamento de Tumbes. Todas las provincias.
2. Departamento de Piura. Todas las provincias.
3. Departamento de Cajamarca. Todas las provincias.
4. Departamento de Lambayeque. Todas las provincias.
5. Departamento de La Libertad. Todas las provincias.
6. Departamento de Ancash. Todas las provincias.
7. Departamento de Lima. Todas las provincias.
8. Provincia Constitucional del Callao.
9. Departamento de Ica. Todas las provincias.
10. Departamento de Huancavelica. Provincias de Castrovirreyna y Huaytará.
11. Departamento de Ayacucho. Provincias de Cangallo, Huanca Sancos, Lucanas, Víctor Fajardo, Paríacochas y Paucar del Sara Sara.
12. Departamento de Arequipa. Todas las provincias.
13. Departamento de Moquegua. Todas las provincias.
14. Departamento de Tacna. Todas las provincias.