

"AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU"

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA**

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE INGENIERÍA MINAS CIVIL · AMBIENTAL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY**



## **TESIS**

**"DISEÑO Y ANÁLISIS SÍSMICO EN CONSTRUCCIONES DE  
ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCIÓN DE DESASTRES  
EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE  
ANGARAES - HUANCAMELICA"**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN  
ESTRUCTURAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

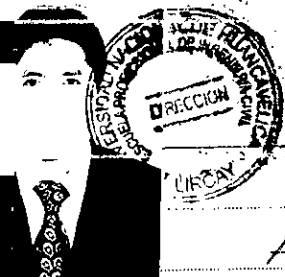
**PRESENTADO POR:**

**Bach. ATAUCUSI SOLANO, Nirio**  
**Bach. CHUQUIYAURI CURO, Kathy**

**ASESOR:**

**Arq. HUGO CAMILO SALAS TOCASCA**

**LIRCAY - HUANCAMELICA**  
**2016**



## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS.

EN EL PARANINFO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL  
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY A LOS 26 DIAS DEL  
DE OCTUBRE DEL 2016, SIENDO LAS 4:00 PM SE INSTALO LOS MIEMBROS  
JURADO EN BASE A LA RESOLUCION DE CONSEJO DE FACULTAD N° 342 - 2016 -  
UCA - UNH, DE FECHA 19 DE OCTUBRE DEL 2016 EN LA CUAL SE RESUELVE:  
TITULO PRIMERO. APROBAR FECHA Y HORA PARA LA SUSTENTACION DE TESIS  
O TITULO ES "DISEÑO Y ANALISIS SISMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU  
CIDENTIA EN LA REDUCCION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA  
VINCIA DE ANGAES - HUANCAMELICA", SIENDO LOS RESPONSABLES DEL  
OBJETO DE INVESTIGACION LOS BACHILLEROS EN INGENIERIA CIVIL,  
HUCOSI SOLANO NIRIO Y CHUQUITYAURI CURO KATHY, SIENDO LOS MIEM  
DEL JURADO: ING. ENRIQUE RIGOBERTO CAMAC OJEDA (PRESIDENTE),  
S. BRIEL NERA CALSIN (SECRETARIO), LIC. SURICMAQUI GUTIERREZ FRAN-  
W. (VOCAL). CON LA FINALIDAD DE EVALUAR LA SUSTENTACION DE TESIS  
PERIODO.

INMEDIATAMENTE DESPUES SE PROCEDE CON LA INTERVENCION DEL  
PRESIDENTE DANDO LAS INSTRUCCIONES CORRESPONDIENTES PARA EL INICIO  
LA SUSTENTACION, SEGUIDAMENTE TERMINADA LA SUSTENTACION DE LA TESIS  
PROCEDE A LA FORMULACION DE PREGUNTAS POR LOS MIEMBROS DEL  
JURADO LAS CUALES ABSUELTAS POR LOS TESIS.

LOS MIEMBROS DEL JURADO DESPUES DE UN BREVE DEBATE SE RESUELVE  
APROBAR LA SUSTENTACION DE TESIS POR MAYORIA SIENDO 5:00 PM  
EL 26 DE OCTUBRE DEL 2016 EN SEÑAL DE CONFORMIDAD FIRMAR  
PLE DE PRESENTE.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA  
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL  
SECRETARIO DOCENTE  
CERTIFICO QUE LA PRESENTE ES COPIA FIEL DE  
LA ORIGINAL QUE TENGO A LA VISTA  
Ing. Andrés Losimo Neri Gasca  
SECRETARIO DOCENTE  
FIMCA UNH

26 DIC. 2016

ING. BRIEL NERA CALSIN  
SECRETARIO

ING. ENRIQUE CAMAC OJEDA  
PRESIDENTE

Ing. Enriqui Sandoval B.  
Vocal

A mis padres Jacinto Chuquiyauri Blas y Darmacia Curo León que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional. A mis hermanos Lili, Edwin, Jorge, Alfredo, Lizbeth; por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria.

**Kathy**

"No es la especie más fuerte la que sobrevive, ni la más inteligente, sino la que responde mejor al cambio"

A las personas que más me han influenciado en mi vida, dándome los mejores consejos, guiándome y haciéndome una persona de bien, con todo mi amor se los dedico a mi familia.

**Nirio**



# ÍNDICE

Portada

Dedicatoria

Índice

Índice de figuras

Índice de gráficos

Índice de fotografías

Índice de cuadros

Índice de tablas

Resumen

Introducción

Pág.

## Capítulo I: Problema

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 13 |
| 1.2 Formulación del problema.....   | 14 |
| 1.2.1 Problema General .....        | 14 |
| 1.2.2 Problema Especifico.....      | 14 |
| 1.3 Objetivos.....                  | 14 |
| 1.3.1 Objetivos General.....        | 14 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos .....   | 15 |
| 1.4 Justificación .....             | 15 |

## Capítulo II: Marco Teórico

|                        |    |
|------------------------|----|
| 2.1 Antecedentes ..... | 17 |
|------------------------|----|

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2 Bases Teóricas .....                                                              | 20 |
| 2.2.1 Sismo .....                                                                     | 21 |
| 2.2.2 Causas de un sismo .....                                                        | 22 |
| 2.2.3 Características de los sismos .....                                             | 23 |
| 2.2.4 Tipos de daños debido a los sismos .....                                        | 24 |
| 2.2.5 Diseño sismo resistente.....                                                    | 25 |
| 2.2.6 Comportamiento sísmico en las construcciones de adobe.....                      | 27 |
| 2.2.7 Medidas básicas de seguridad contra sismos y otros fenómenos<br>naturales ..... | 30 |
| 2.2.8 El adobe sísmico .....                                                          | 33 |
| 2.2.9 Análisis y diseño estructural de edificaciones de adobe.....                    | 51 |
| 2.3 Hipótesis .....                                                                   | 66 |
| 2.3.1 Hipótesis General .....                                                         | 66 |
| 2.3.2 Hipótesis Específica.....                                                       | 66 |
| 2.4 Variables de estudio.....                                                         | 66 |
| 2.4.1 Variable Independiente .....                                                    | 66 |
| 2.4.2 Variable Dependiente .....                                                      | 66 |

### **Capítulo III: Metodología de la Investigación**

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 3.1 Ámbito de estudio.....        | 67 |
| 3.2 Tipo de Investigación .....   | 69 |
| 3.3 Nivel de Investigación .....  | 69 |
| 3.4 Método de Investigación ..... | 69 |
| 3.4.1 Método Descriptivo.....     | 69 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 3.5 Diseño de Investigación .....                         | 70 |
| 3.6 Población, Muestra, Muestreo .....                    | 70 |
| 3.6.1 Población .....                                     | 70 |
| 3.6.2 Muestra .....                                       | 70 |
| 3.6.3 Muestreo .....                                      | 71 |
| 3.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos ..... | 71 |
| 3.7.1 Técnicas de investigación .....                     | 71 |
| 3.7.2 Instrumentos .....                                  | 71 |
| 3.8 Procedimiento de Recolección de Datos .....           | 72 |
| 3.8.1 Recopilación de Información .....                   | 72 |
| 3.8.2 Aplicación de los Instrumentos .....                | 72 |
| 3.9 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos .....   | 72 |

#### **Capítulo IV: Resultados**

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1 Presentación de Resultados .....                                 | 73 |
| 4.1.1 Análisis e interpretación de resultados visita a campo .....   | 73 |
| 4.1.2 Propuesta de diseño sísmico en vivienda de adobe .....         | 78 |
| 4.1.2.1 Propuesta de un diseño sísmico .....                         | 78 |
| 4.1.2.2 Diseño sísmico de una vivienda de adobe .....                | 83 |
| Verificación por capacidad portante (muro bajo carga vertical) ..... | 83 |
| Metrado de cargas .....                                              | 84 |
| Verificación por cortante (cargas horizontales coplanares) .....     | 85 |
| Verificación por flexión .....                                       | 87 |
| Chequeo por volteo .....                                             | 89 |

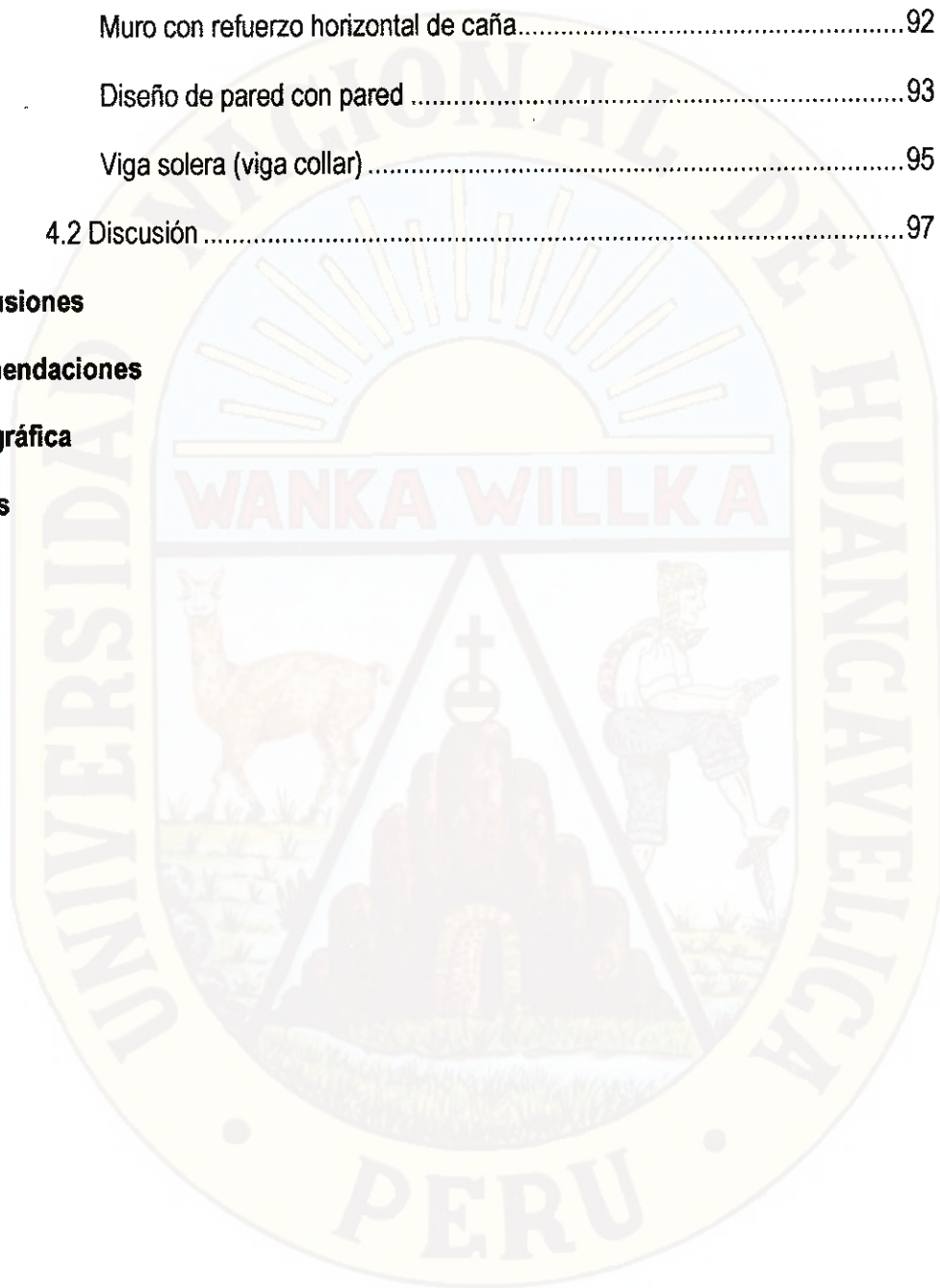
|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Muro con refuerzo vertical de caña.....   | 91 |
| Muro con refuerzo horizontal de caña..... | 92 |
| Diseño de pared con pared .....           | 93 |
| Viga solera (viga collar).....            | 95 |
| 4.2 Discusión .....                       | 97 |

**Conclusiones**

**Recomendaciones**

**Bibliográfica**

**Anexos**





## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Figura N° 01: Falla típica por tracción.....                  | 27 |
| Figura N° 02: Falla por flexión .....                         | 28 |
| Figura N° 03: Falla por corte.....                            | 28 |
| Figura N° 04: Zonificación. ....                              | 29 |
| Figura N° 05: Altura de adobe .....                           | 33 |
| Figura N° 06: Adobe de cabeza .....                           | 34 |
| Figura N° 07: Las juntas verticales no deben coincidir .....  | 34 |
| Figura N° 08: Deficiencia en el llenado de las juntas. ....   | 34 |
| Figura N° 09: Estabilización mecánica.....                    | 35 |
| Figura N° 10: Suelo con poca arena.....                       | 36 |
| Figura N° 11: Suelo con mucha arcilla.....                    | 36 |
| Figura N° 12: Espesor de Junta.....                           | 38 |
| Figura N° 13: Altura de Adobe.....                            | 39 |
| Figura N° 14: Falla por tracción diagonal .....               | 39 |
| Figura N° 15: Adobes con dimensiones recomendadas.....        | 39 |
| Figura N° 16: Ejemplos de hiladas impar y par .....           | 40 |
| Figura N° 17: Refuerzos con carrizo en adobe.....             | 40 |
| Figura N° 18: Prueba de flexión.....                          | 42 |
| Figura N° 19: Dimensión del adobe.....                        | 42 |
| Figura N° 20: Recomendaciones en terrenos con pendiente ..... | 43 |
| Figura N° 21: Medidas adecuadas de muro .....                 | 45 |
| Figura N° 22: Longitud mínima de vanos.....                   | 46 |
| Figura N° 23 Separación mínima de vanos.....                  | 46 |



|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura N° 24: Longitud máxima de vanos en ventanas .....                      | 46 |
| Figura N° 25: Traslape mínimo. ....                                           | 47 |
| Figura N° 26: Vigas soleras .....                                             | 47 |
| Figura N° 27: Arriostres horizontales y verticales. ....                      | 48 |
| Figura N° 28: Longitud mínima de muro de arriostre.....                       | 48 |
| Figura N° 29: Refuerzos en muros .....                                        | 49 |
| Figura N° 30: Viga Collar.....                                                | 50 |
| Figura N° 31: Viga Collar de Concreto .....                                   | 50 |
| Figura N° 32: Método de Rotura .....                                          | 51 |
| Figura N° 33: Dimensiones de adobe a utilizar.....                            | 79 |
| Figura N° 34: Especificación de colocación y protección de muro de adobe..... | 79 |

## ÍNDICE DE GRAFICOS

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafico N° 01: Curva para determinación de esfuerzos admisible en muros portantes ..... | 54 |
| Grafico N° 02: Curva para determinación del coeficiente $\beta$ .....                   | 60 |
| Grafico N° 03: Verificación por volteo – Muro de Arriostre .....                        | 63 |
| Grafico N° 04: Verificación por corte – Muro de Arriostre.....                          | 64 |

## ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Fotografía N° 01. Vivienda de piedra y adobe de 3 pisos .....         | 73 |
| Fotografía N° 02. Vivienda de adobe de 2 pisos .....                  | 74 |
| Fotografía N° 03. Configuración Interna de una vivienda de adobe..... | 75 |
| Fotografía N° 04. Dinteles puertas y ventanas. ....                   | 75 |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fotografía N° 05. Los adobes. ....                                               | 76 |
| Fotografía N° 06. Cimiento para edificación de adobe.....                        | 76 |
| Fotografía N° 07. Sobre cimiento para una edificación de adobe .....             | 77 |
| Fotografía N° 08. Distinta textura y características físicas de los adobes ..... | 77 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro N° 01: Ventajas y desventajas de adobe sísmico..... | 33 |
| Cuadro N° 02. Esfuerzos por tipo de suelo.....             | 44 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla N° 01: Modulo de elasticidad y Esfuerzo admisible.....                                       | 53 |
| Tabla N° 02: adherencia y coeficiente de fricción de acuerdo a los resultados de los ensayos ..... | 57 |
| Tabla N° 03: Valores de Esfuerzo Admisible en flexión para adobes. ....                            | 59 |
| Tabla N° 04: $\alpha$ Factor de Material .....                                                     | 63 |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfoca en el Diseño y Análisis sísmico en construcciones de adobe que permita reducir el nivel de desastres sísmicos en el Distrito de Congalla Provincia de Angaraes Región de Huancavelica y cuál es la incidencia de desastres sísmicos, frente al diseño sísmico planteado.

Entonces el objetivo general es: Determinar en qué medida la implementación de un diseño y análisis sísmico en construcciones de adobe, reduce el nivel de desastres sísmicos en el Distrito de Congalla provincia de Angaraes - Huancavelica.

Y los objetivos específicos son:

- Explicar de qué manera la prevención de desastres, ocasionada por medidas de construcciones de adobe sismo resistente permitirá mitigar los desastres.
- Analizar si la falta de medidas y acciones pertinentes para prevenir la acción de desastres sísmicos, contribuyen a dañar la infraestructura física de las viviendas.
- Establecer cuál es la incidencia de desastres sísmicos, derivados de la falta de prevención y capacitación para prevenir acciones emergentes.

La hipótesis de investigación planteada es: "La implementación de un diseño sísmico en construcciones de adobe, reduce el nivel de desastres sísmicos en el distrito de Congalla provincia de Angaraes – Huancavelica".

Las hipótesis Específicas: "La adecuada manera en la reducción de desastres, debido a la aplicación de construcciones sismo resistentes, permitirá mitigar los desastres"; "En la medida que no se desarrollen acciones pertinentes para la prevención de desastres sísmicos, mayor será el deterioro de la infraestructura física de las viviendas" y "La determinación de la incidencia de desastres sísmicos, debido a la falta de prevención y capacitación para prevenir acciones emergentes".

La investigación es de tipo aplicativo y su diseño de investigación descriptivo-correlacional, la aplicación de los instrumentos nos permitió contrastar la hipótesis.

## INTRODUCCION

El uso del adobe como material de construcción es muy común en zonas urbanas y aún más en zonas rurales en la región sierra tanto en norte, centro y sur del país por ser asequible y de bajo costo, sin embargo, es un material muy vulnerable a los terremotos. El Censo Nacional IX Población y IV Vivienda de 1993 reportó que el 43%, del total de viviendas eran de adobe y tapial. Según el Censo Nacional XI Población y VI Vivienda en el 2007, esta cifra llega a 34.8%. Si bien el porcentaje de viviendas de adobe y tapial ha disminuido en 14 años en un 8.2%, la cantidad de las mismas ha crecido en 11.5%. El Censo del 2007 reportó que el 82% del total de viviendas del distrito de Congalla eran de adobe y tapial.

Por lo enunciado, la investigación se ha estructurado de la siguiente manera:

**Capítulo I.-** El problema se plantea, caracterizándolo y delimitándolo en función a los alcances y efectos que el tema de investigación pretende establecer. Así mismo se define el problema de estudio, así como se precisa los objetivos que persigue la investigación.

**Capítulo II.-** Se redacta las bases teóricas de la investigación, partiendo del enfoque histórico y conceptual hasta el tratamiento esencial de los efectos que sustenta el estudio sobre diseño sísmico. También se formulan las hipótesis, estableciendo las variables.

**Capítulo III.-** Se sintetiza el proceso metodológico, señalando las técnicas y procedimientos que se han utilizado en el desarrollo de la investigación.

**Capítulo IV.-** Se presenta el análisis y resultados de la investigación, señalando los fundamentos del desarrollo o de diseño sísmico y su incidencia en la reducción de desastres.

Se presenta la propuesta de un diseño sísmico en una vivienda de adobe, para que soporte un sismo, y permita salvaguardar la vida humana, objetivo principal de la tesis. Finalmente se dan las conclusiones y se proponen las recomendaciones, como resultado de la investigación.



## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

La ocurrencia de desastres naturales a nivel mundial es bastante frecuente y sus secuelas van más allá del corto plazo, y en ocasiones con cambios irreversibles, tanto en la estructura económica, social y ambiental. En el caso de los países industrializados los desastres ocasionan pérdidas de vidas limitadas, gracias a la disponibilidad de sistemas eficaces de alerta temprana y evacuación, así como a una mejor planificación del desarrollo urbano y códigos de construcción más estrictos.

El Perú constituye un país con alta exposición a fenómenos naturales como sismos, inundaciones, deslizamientos, huaycos, sequías, heladas y de otra naturaleza con potencial destructivo. En ese sentido, el número de muertes suele ser elevado por cuanto afecta en mayor medida a grupos de población más pobres y vulnerables. Y sin duda uno de los impactos más comprometedores es el deterioro de las condiciones de vida de la población.

En ese contexto, la geografía diversificada del Departamento de Huancavelica hace que grandes áreas de este territorio estén expuestas a una serie de fenómenos naturales recurrentes cuyos efectos sobre las poblaciones alcanzan niveles impredecibles.

Ciertamente, las zonas alto andinas de Huancavelica y del distrito de Congalla son las áreas de frecuentes fenómenos naturales que desencadenan en algunos casos en desastres, alterando el normal desarrollo de sus comunidades. De igual forma, la alta prevalencia de fenómenos climatológicos (sequías y heladas) causa graves impactos sociales y económicos.

El sur del Perú y especialmente algunas regiones se encuentran situados dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, zona caracterizada por su gran actividad sísmica; esto hace que la amenaza y el riesgo sísmico sea inminente para esta región.

La ocurrencia de estos sismos en general y en el Perú, se producen por su ubicación en el Cinturón Sísmico del Pacífico donde la actividad sísmica principal es el resultado de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, con una velocidad relativa de 8 cm/año.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida la implementación de un diseño y análisis sísmico en construcciones de adobe, reduce el nivel de desastres sísmicos en el distrito de Congalla Provincia de Angaraes - Huancavelica?

#### **PROBLEMA ESPECÍFICO**

- ¿De qué manera la prevención de desastres, ocasionada por medidas de construcciones de adobe sismo resistente permitirá mitigar los desastres?
- ¿La falta de medidas y acciones pertinentes para prevenir la acción de desastres sísmicos, contribuyen a deteriorar la infraestructura física de las viviendas?
- ¿Cuál es la incidencia de desastres sísmicos, derivados de la falta de prevención y capacitación para prevenir acciones emergentes?

## **1.3 OBJETIVOS:**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL:**

- Determinar en qué medida la implementación de un diseño y análisis sísmico en construcciones de adobe, reduce el nivel de desastres

sísmicos en el Distrito de Congalla provincia de Angaraes - Huancavelica.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Explicar de qué manera la prevención de desastres, ocasionada por medidas de construcciones de adobe sismo resistente permitirá mitigar los desastres.
- Analizar si la falta de medidas y acciones pertinentes para prevenir la acción de desastres sísmicos, contribuyen a dañar la infraestructura física de las viviendas.
- Establecer cuál es la incidencia de desastres sísmicos, derivados de la falta de prevención y capacitación para prevenir acciones emergentes.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN:**

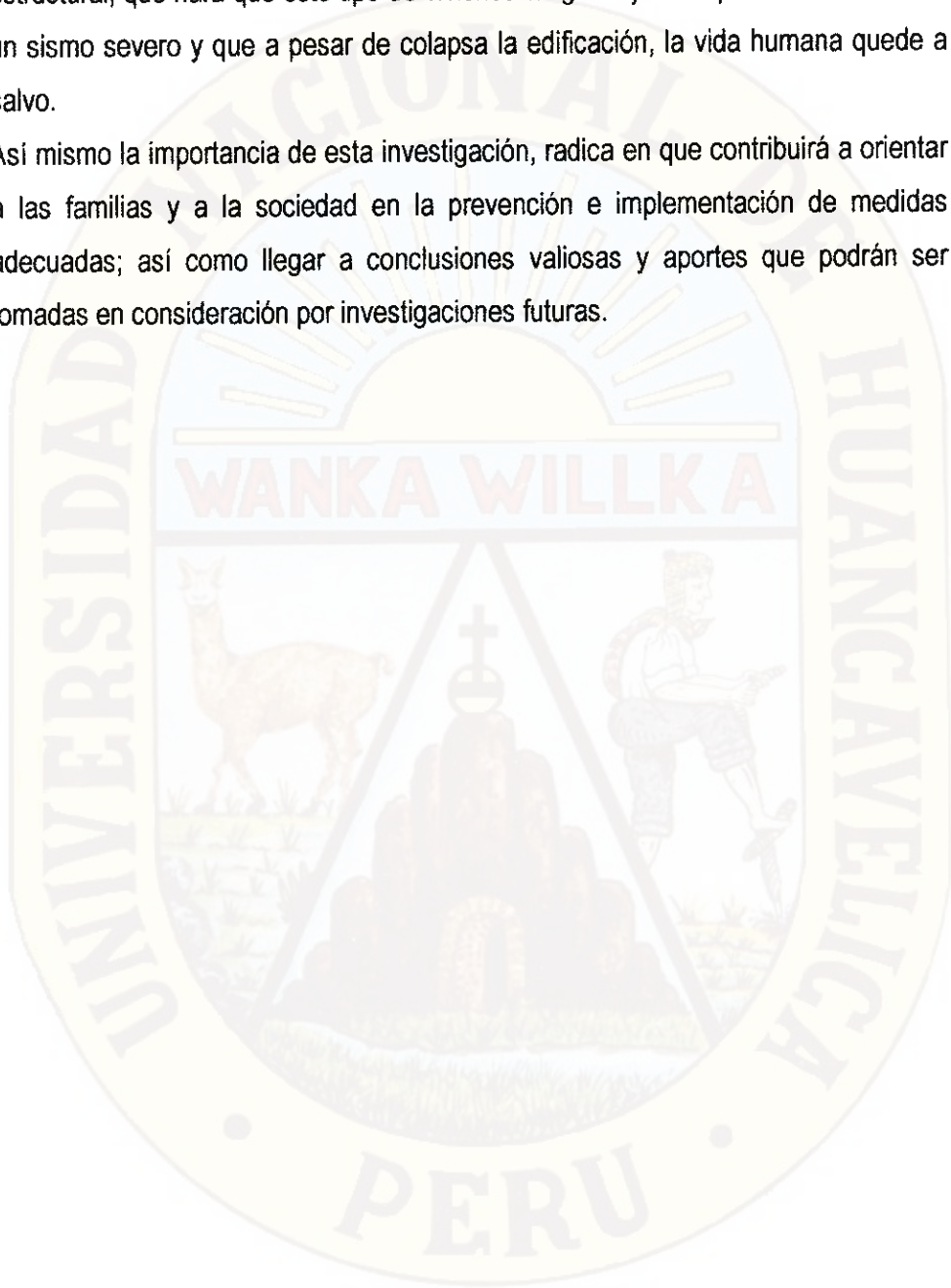
El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal el interés de conocer como el fenómeno sísmico viene causando estragos en las viviendas de adobe y que medida se viene aplicando a fin de atenuar los desastres, así mismo proponer un diseño sísmico con propiedades sismo resistentes mediante la construcciones de adobe y su posible efecto en la reducción de contingencias futuras, en beneficio de la comunidad.

Entender y comprender los riesgos reales y a la vez observables en cuanto a la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe, ya que a pesar de ser un sistema de construcción desfasado, aún hay lugares dentro de todo el país donde las personas optan por este sistema de construcción para sus viviendas.

La importancia de la investigación radica en que con el uso de este método, se obtiene una vivienda de adobe con mejor comportamiento que el tradicional, frente a un sismo severo. Ello es posible debido a la aplicación de un cálculo estructural -

MÉTODO ELÁSTICO CLASICO, que nos proporcionará el área de refuerzo en caña estructural, que hará que este tipo de vivienda tenga mejor comportamiento frente a un sismo severo y que a pesar de colapsa la edificación, la vida humana quede a salvo.

Así mismo la importancia de esta investigación, radica en que contribuirá a orientar a las familias y a la sociedad en la prevención e implementación de medidas adecuadas; así como llegar a conclusiones valiosas y aportes que podrán ser tomadas en consideración por investigaciones futuras.





## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

Los antecedentes referidos al estudio de investigación, después de haberse realizado la búsqueda bibliográfica estuvo orientada a determinar a aquellas Instituciones o Investigadores que han efectuado estudios relacionados con las propiedades sísmicas resistentes en construcciones de adobe, quienes de alguna manera contribuirán a su desarrollo y para lo cual se señala a continuación:

Julio Curiosa, Ernesto Dezza y Hugo Jaén<sup>1</sup>, señalan que, la gran actividad sísmica en nuestro territorio ha cobrado siempre sus mayores víctimas en las construcciones de adobe. "...Más del 90 por ciento de los edificios dañados eran de adobe y su colapso causó más de 40,000.00 muertes". Por otro lado, sin embargo, algunas construcciones de adobe resistieron sorprendentemente, los embates del sismo. "...En Cisco, a 40 kilómetros del epicentro y sobre terreno rocoso, el daño fue mínimo y muchas de las construcciones de adobe sobrevivieron y están habitadas". Debe aceptarse, entonces, que existen ciertas condiciones bajo las cuales este tipo de construcción puede ofrecer un comportamiento "satisfactorio" ante sismos severos.

Lo que constituye un comportamiento "satisfactorio" ante sismos, está adecuadamente resumido en una de las filosofías en boga en la ingeniería antisísmica.

Según Finte<sup>2</sup>, los objetivos implícitos en la mayoría de las normas de diseño antisísmico son que la estructura sea capaz de:

- Resistir sismos sin daños.
- Resistir sismos moderados con algunos daños estructurales leves y con daños no estructurales moderados.
- Resistir sismos catastróficos sin colapsar.

El Objetivo principal de la Tesis es: Salvaguardar la vida humana, aunque la edificación (en este caso de adobe sísmico), colapse. Por colapso se entiende “aquel estado que no permite que los ocupantes salgan del edificio debido a la falla de la estructura primaria”.

El Ing. Roberto Morales Morales, el Dr. Ricardo Yamashiro Kamimoto y el Ing. Alejandro Sánchez Olano<sup>3</sup>, sintetizan la información disponible sobre construcciones de adobe en formas de normas de diseño que permitan proyectar con este material, satisfaciendo los objetivos expuestos, en la mejor forma posible. Estudiaron primeramente, el comportamiento sísmico de las construcciones de adobe con énfasis principal en la detección de los mecanismos de falla, lo que permitió identificar los tipos de esfuerzos que era necesario estudiar principalmente. Se estudió luego experimentalmente, algunas de las propiedades mecánicas de la albañilería de adobe, especialmente su resistencia, bajo diferentes sollicitaciones. En base a esos estudios se estableció los esfuerzos admisibles para el diseño. Finalmente, usando información de diversas fuentes y cálculos adicionales prepararon una propuesta de normas para el diseño de estas construcciones. Es en ese contexto, que la Tesis aportará un método analítico, que servirá de modelo en la aplicación de cálculos antisísmicos en el diseño de una vivienda de adobe.

La resistencia de la albañilería de adobe se determinó mediante especímenes a escala natural, así en lo concerniente a la resistencia en tracción, en un estudio experimental.

---

<sup>1</sup> **Julio Kuroiwa, Ernesto Deza y Hugo Jaén** “Investigación sobre el terremoto de Perú de 31 de mayo, 1970”, 5ª Conferencia Mundial sobre Ingeniería Sísmica, Roma, Junio de 1973.

<sup>2</sup> **Fintela Mark**, "La resistencia a terremotos Filosofía, ductilidad y detalles". Publicación ACI SP-36, Respuesta de estructuras de hormigón de varios pisos a fuerzas laterales 1,973, pág. 75-96.

<sup>3</sup> **Ing. Roberto Morales Morales, el Dr. Ricardo Yamashiro Kamimoto y el Ing. Alejandro Sánchez Olano**, "Investigación Experimental de Construcciones de Adobe y Bloque Estabilizado"

Vera<sup>4</sup> encontró, como era de esperar una bajísima resistencia en tracción, de la albañilería de adobe, apenas 0.036 kg/cm<sup>2</sup>.

Para su aplicación al diseño de muros reforzados con caña se encontró un dramático aumento en la resistencia del encuentro, hasta de 14.7 veces la resistencia del espécimen sin reforzar.

En el diseño de esta vivienda de adobe, que incluye cálculos antisísmicos se usa la caña - puede ser caña brava, carrizo o caña de Guayaquil - como refuerzo, para brindarle a la vivienda mayor resistencia frente a la ocurrencia de un sismo.

La caña se comporta elásticamente casi hasta la rotura. Echazú<sup>5</sup> determinó experimentalmente un valor medio del módulo de elasticidad de  $1.52 \times 10^5$  kg/cm<sup>2</sup> con un coeficiente de variación de 6.2 % y un valor medio de la resistencia de 1350 kg/cm<sup>2</sup> con un coeficiente de variación de 17.7 %.

Con la humedad se encontró una disminución de la Resistencia del orden del 25 por ciento; en otros experimentos se ha encontrado una disminución mayor.

---

<sup>4</sup> **VERA GUTIÉRREZ Rodolfo**, "Estudio sobre Losas de Suelo-Cemento Reforzadas con carrizo y encuentros de Muros de Adobe", tesis de Ingeniería Civil, UNI, 1972.

<sup>5</sup> **ECHAZÚ PERALTA, J F**, "Estudio del suelo-cemento y de la Caña de Guayaquil – Parte 1". Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería 1971.



## 2.2 BASES TEÓRICAS

La tierra es utilizada como material de construcción desde hace siglos. No obstante, la Normativa al respecto está muy dispersa, y en la mayoría de países desarrollados surgen numerosos problemas técnicos y legales para llevar a cabo una construcción con este material. “Las normativas de construcción con tierra en el mundo” presenta el panorama normativo para las construcciones con tierra cruda a nivel internacional, analizando cincuenta y cinco normas y reglamentos de países repartidos por los cinco continentes, que representan el estado del arte de la normalización de la tierra cruda como material de construcción.

Analizan los aspectos más relevantes, como la estabilización, selección de los suelos, requisitos de los productos y ensayos existentes, comparando las diferentes normativas. Este trabajo puede ser de gran utilidad para el desarrollo de futuras normas y como referencia para arquitectos e ingenieros que trabajen con tierra.

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 las consideradas en esta Norma, deberán estar Respaldados con un estudio técnico

La norma de diseño sismo resistente en Adobe son documentos legales que contienen especificaciones técnicas para el diseño estructural de edificaciones en áreas sísmicas.



En forma muy resumida, la filosofía de diseño sismo resistente convencional es que las edificaciones no debe sufrir daños durante sismos leves, que los daños sea reparables durante sismos moderados y que la estructura no colapse durante los sismos fuertes.

En el caso de las construcciones con tierra, que por su material son débiles y frágiles, la filosofía de diseño sismo resistente debe ser adaptada aceptando la ocurrencia de mayor figuración en sismos moderados. Asimismo la norma de adobe deberá conservar el celo por garantizar la protección de la vida de los ocupantes, al evitar la ocurrencia de colapsos durante sismos moderados y fuertes mediante la colocación indispensable de refuerzos.

### **2.2.1. SISMO**

El sismo es definido como la vibración del suelo, causado por la energía mecánica emitida de los mantos superiores de la corteza terrestre, en una repentina liberación de la deformación acumulada en un volumen limitado.

Tipos de formaciones de sismos:

- Tectónicos.- Movimientos de la corteza terrestre, son los más frecuentes y de mayor tamaño.
- Volcánicos.- Asociado a las erupción de volcanes o movimiento distrófico pueden originar una vibración fuerte dando lugar a un Macrosismo o Terremoto.
- Deslizamientos.- De grandes masas de tierra.
- Colapso.- De cavernas subterráneas.
- Explosiones.- Del nivel nuclear.

Los observatorios registran centenas de millares de sismos, cada año en todo el mundo. Afortunadamente, de todos ellos, muy pocos alcanzan la categoría de terremotos y gran parte de ellos ocurren en los fondos oceánicos (generando Tsunamis) o en regiones despobladas. El origen de

los sismos se encuentra distribuido dentro de las profundidades que varían entre 0 a 700 km.

**HIPOCENTRO:** Un sismo originado en un pequeño volumen, debajo de la tierra, el cual puede ser representado como un punto, es denominado hipocentro, para fines de estudio.

**EPICENTRO:** La proyección vertical, sobre la superficie de la tierra, del punto que representa el hipocentro, se denomina epicentro.

Hay zonas de mayor sismicidad en el mundo:

Zona Circum – Pacífico (están ubicados el Perú y el Japón)

Zona Alpina Mediterránea (Ej. Yugoslavia).

#### **2.2.2. CAUSAS DE UN SISMO:**

De acuerdo a los estudios realizados, se puede decir que las causas de los sismos son:

La Actividad Volcánica y el Diastrofismo. Si observamos un mapa del mundo, se puede ver que las áreas volcánicas y las zonas sísmicas coinciden, esto dio, por origen.

A que se pensara por mucho tiempo que la causa principal de los terremotos eran las erupciones volcánicas. Ciertamente es que los volcanes al entrar en actividad pueden producir fuertes sismos, pero estos son de tipo local y menos intensos que los sismos de origen distrófico. Las numerosas investigaciones que se realizan en el mundo, indican que los sismos más fuertes que sacuden la litosfera, se deben al diastrofismo.

Cuando se origina una falla, o cuando se deslizan los bloques a lo largo del plano de falla, estas producen sacudidas de la corteza terrestre. Los sismos de esta clase son los llamados TECTÓNICOS.

### 2.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISMOS

**ONDAS SISMICAS:** Producido el sismo, esta enorme cantidad de energía se propaga en forma tridimensional desde su origen, en forma de "**ondas elásticas**". Estas ondas se pueden transmitir a través del mismo cuerpo sólido (masa terrestre) o a través de la superficie que separa 2 cuerpos.

Esto da lugar a la siguiente clasificación:

- Ondas Corporales.
- Ondas Superficiales.

Dentro de las **ondas corporales** tenemos:

**ONDAS PRIMARIAS (P):** Son los que hacen que las partículas vibren en la dirección de propagación de las ondas produciendo sólo compresión y dilatación. Estas ondas pueden transmitirse a través de medios, Sólidos, Líquidos y Gaseosos.

Estas ondas son de tipo sonoro y su velocidad de propagación varía entre 1 Km/seg, para suelos blandos no consolidados y 14 Km/seg, para la parte más profunda del manto.

**ONDAS SECUNDARIAS O DE CORTE (S):** Las partículas vibran perpendicularmente a su dirección de propagación de las ondas.

Estas ondas sólo se transmiten a través de sólidos. La velocidad de propagación de estas ondas es aproximadamente la mitad de la velocidad de las ondas primarias.

Dentro de las **ondas superficiales** tenemos:

**ONDAS LOVE (L):** Ondas de cortes horizontales, que produce vibraciones perpendiculares a la dirección de transmisión de la energía.

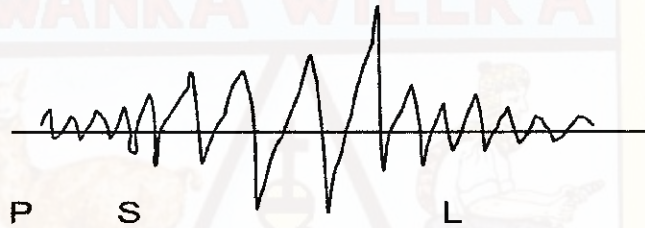
**ONDAS RAYLEIGH (R):** Las partículas vibran en un plano vertical.

Como las ondas sísmicas recorren grandes distancias, los sismos pueden ser registrados por unos aparatos llamados SISMÓGRAFOS, situados generalmente muy lejos del epicentro.

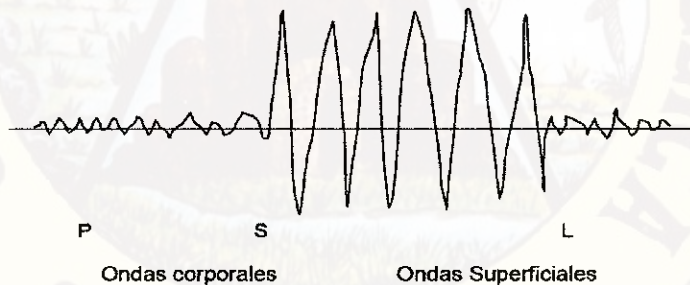
**SISMÓGRAFO:** Es un aparato que grafica permanentemente el movimiento de la tierra. Mediante el sismógrafo se puede conocer la duración, intensidad y lugar en el que se produjo el sismo.

#### Gráficos de los sismógrafos:

Sismo Cercano: Es un sismo destructor



Sismo Lejano o Telesismo: Mayor a 1000 Km. de distancia



#### 2.2.4. TIPOS DE DAÑOS DEBIDO A LOS SISMOS:

Los sismos pueden ocasionar cambios en el relieve, grietas externas, deslizamientos, avalanchas, variaciones en los cursos de los ríos, etc.

Generalmente los efectos más desastrosos del sismo se producen en las zonas densamente pobladas.

Los tipos de daños debido a sismos pueden dividirse en 3:



- a) Daños en las estructuras causadas por la Fuerza Sísmica.
- b) Daños en las estructuras causados por las deformaciones del suelo.
- c) Daños en las estructuras causados por otros fenómenos naturales.

En el sismo de TOKACHI-OKI (1968-JAPON), se demostró que cuando la fuerza sísmica, es mayor que la resistencia de los materiales de la estructura, esta falla (COLAPSA). En estructuras de concreto armado generalmente la falla se produce por fuerza cortante en la columna. En el sismo de ALASKA (1964), gran parte de la estructura, que a pesar de tener la resistencia de sus materiales mayor que la fuerza sísmica, tuvieron que ser puestos en posición vertical a elevados costos o demolidos debido al estado en que quedaron, por asentamientos del terreno o mal comportamiento del suelo. Dentro de daños a estructuras causados por otros fenómenos naturales podemos mencionar a los TSUNAMIS y la LICUEFACCION DE ARENAS.

#### **2.2.5. DISEÑO SISMO RESISTENTE**

Se dice que una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de las fuerzas causadas por sismos frecuentes. Aun cuando se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismo resistente, siempre existe la posibilidad de que se presente un terremoto aún más fuerte que los que han sido previstos y que deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran daños. Por esta razón no existen edificios totalmente sismos resistentes. Sin embargo, la sismo resistencia es una propiedad o capacidad que se dota a la edificación con el fin de proteger la vida y las personas de quienes la ocupan. Aunque se presenten daños, en el caso de un sismo muy fuerte, una edificación sismo resistente no

colapsará y contribuirá a que no haya pérdidas de vidas y pérdida total de la propiedad.

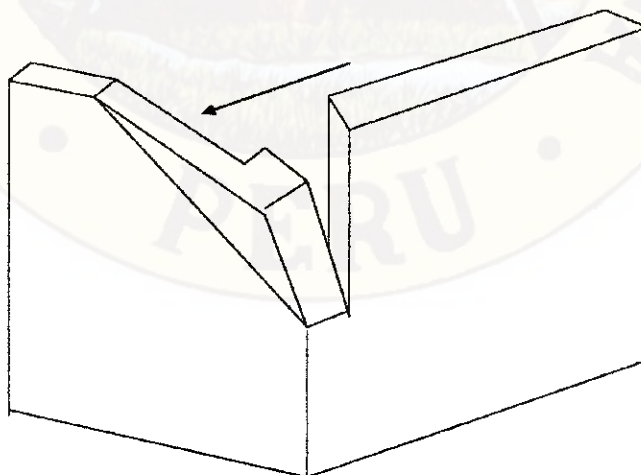
- ✓ Los terremotos causan la vibración del suelo, la cual, al transmitirse a los edificios y otras estructuras, ocasiona cargas horizontales, verticales y torsionales.
- ✓ Una construcción es sismo resistente, cuando en su diseño además de considerar las cargas verticales, se han considerado las fuerzas horizontales y los efectos torsionales.
- ✓ Para evitar el efecto torsional de las cargas sísmicas se recomienda que se diseñen los edificios con plantas sencillas y simétricas.
- ✓ Como las fuerzas del terremoto que actúan sobre las estructuras son proporcionales a la masa de la estructura, se recomienda que la estructura, sea tan ligera como resulte posible.
- ✓ La energía liberada por el terremoto y transmitida a la estructura debe ser absorbida por esta estructura sin que experimente daños graves. Para una mejor absorción de la energía, los materiales de construcción, cuando son utilizados adecuadamente, deberán ser dúctiles como, el acero, el concreto armado, la madera.
- ✓ Las construcciones de albañilerías (construcciones con ladrillo calcáreo cocido-ladrillo "kin kon"; con bloques huecos de concreto; de piedra o adobe) son débiles ante los terremotos, si se compara con la construcción de concreto armado.
- ✓ El suelo de fundación de los edificios debe considerarse como uno de los elementos fundamentales que compone la estructura. Observaciones de los efectos de terreno a distancias parecidas, pero en lugares con terrenos diferentes, permiten concluir que la intensidad puede variar hasta en varios grados de la escala M.M. debido a la influencia del subsuelo. Terrenos blandos producen intensidades mayores que en terrenos firmes.

- ✓ Dado que por lo general, no es posible cambiar las condiciones del terreno, la estructura y sus cimentaciones deben adecuarse a la característica del suelo del lugar.
- ✓ Por ello las estructuras se diseñan para que no sufran daños en sismos leves, pocos daños reparables en sismos de mediana de magnitud, y si bien es posible que se deterioren durante un fuerte terremoto, deben permanecer en pie salvaguardando la vida de los ocupantes del edificio. El colapso terminal debe ser drásticamente evitado en todo los casos

#### 2.2.6. COMPORTAMIENTO SISMICO EN LAS CONSTRUCCIONES DE ADOBE

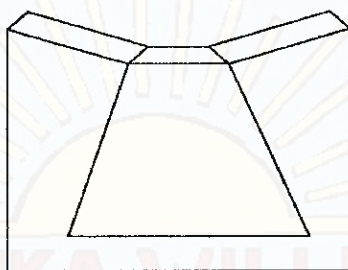
Las fallas en las construcciones de adobe pueden atribuirse, principalmente, a su poca resistencia en tracción y reducida adherencia entre el adobe y el mortero. Los tipos principales de falla, que a menudo se presentan combinados, son los siguientes:

1. **Falla por Tracción en los encuentros de muros:** En la figura 1 se ilustra este tipo de falla, que se debe principalmente a esfuerzos de tracción directa que se produce en uno de los muros, al dar arriostre lateral a otros muros del encuentro, esta situación se agrava cuando a este se superpone los esfuerzos de flexión.



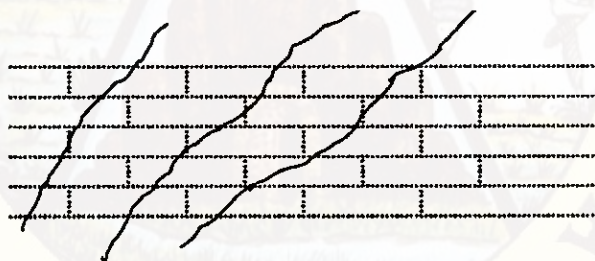
Fuente propia: Figura N° 1: Falla típica por Tracción.

2. **Falla por Flexión:** En la figura N° 2 se ilustra algunas de las variantes de este tipo de falla que se debe a los esfuerzos de tracción por flexión al actuar el muro como una losa apoyada en su base y en los elementos verticales que lo arriostran. La falla puede ocurrir en secciones horizontales verticales u oblicuas.



Fuente propia: Figura N° 2: Falla por Flexión.

3. **Falla por Corte:** En la figura N° 3 se ilustra este tipo de falla, que se produce cuando el muro trabaja como muro de corte. Se debe principalmente, a los esfuerzos tangenciales en las juntas horizontales.<sup>6</sup>



Fuente propia: Figura N° 3: Falla por Corte.

4. **Consideraciones adicionales para construir una edificación de adobe**

- ❖ **Verificar el tipo de edificación a construir según el mapa de zonificación sísmica.**
  - Para las zonas sísmicas 1 , 2 y 3 las construcciones de adobe se limitarán a dos pisos.
  - Para la zona sísmica 4 las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso.





Fuente RNE 2016: Figura N° 4: Zonificación.

Huancavelica se encuentra entre la zona 2 , zona 3 y zona 4

| PROVINCIA | DISTRITO                 | ZONA SISMICA | AMBITO            |
|-----------|--------------------------|--------------|-------------------|
| ANGARAES  | CHINCHO                  | 2            | UN DISTRITO       |
|           | ANCHONGA                 | 3            | ONCE<br>DISTRITOS |
|           | CALLANMARCA              |              |                   |
|           | CCOCHACCASA              |              |                   |
|           | CONGALLA                 |              |                   |
|           | HUANCA HUANCA            |              |                   |
|           | HUAYLLAY GRANDE          |              |                   |
|           | JULCAMARCA               |              |                   |
|           | LIRCAY                   |              |                   |
|           | SAN ANTONIO DE ANTAPARCO |              |                   |
|           | SECCLLA                  |              |                   |
|           | STO. TOMAS DE PATA       |              |                   |

<sup>6</sup> Ingeniero Roberto Morales Morales, Dr. Ricardo Yamashiro Kamimoto, Ing. Alejandro Sánchez Olano

#### ❖ Ubicar la edificación en un lugar seguro

Se recomienda que con la asesoría técnica de la autoridad municipal, se ubique un lugar seguro donde poder construir la edificación, debiendo considerar los siguientes aspectos:

- No hacer construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas.
- No hacer construcciones de adobe en zonas propensas a inundaciones, avalanchas, aluviones o huaycos, ni en suelos con inestabilidad geológica.
- Se recomienda no hacer edificaciones de adobe (especialmente viviendas) cercana a industrias o zonas propensas a producir contaminación ambiental.

#### ❖ Composición del adobe

Escoger materiales para su elaboración.

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes:

|         |        |
|---------|--------|
| Arcilla | 10-20% |
| Limo    | 15-25% |
| Arena   | 55-70% |

No debiéndose utilizar suelos orgánicos.

Se debe retirar piedras mayores a 5 mm. y otros elementos extraños.

### 2.2.7. MEDIDAS BÁSICAS DE SEGURIDAD CONTRA SISMOS Y OTROS FENÓMENOS NATURALES:

1. Debido a que nuestro País, está ubicado en una zona activamente sísmica, denominado CIRCULO CIRCUM PACIFICO, es que nuestras edificaciones (casas, edificios, puentes, presas, reactores nucleares, etc.), están sujetas frecuentemente al ataque severo de los sismos; es por ellos

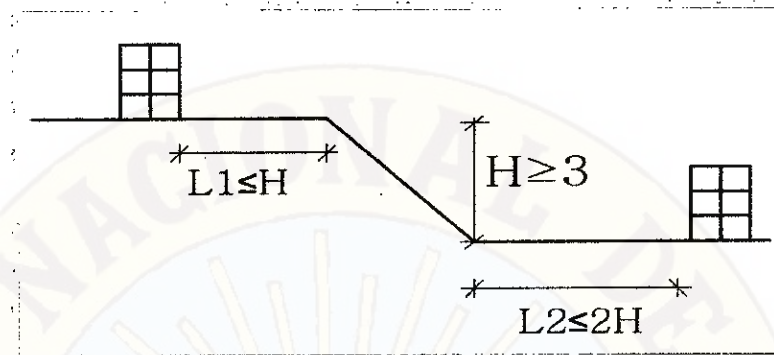
que nosotros debemos de proteger nuestras edificaciones, para evitar que está colapse totalmente y por ende la vida humana sea salvada. Justamente el principio básico primordial, en un diseño antisísmico es: "Aunque el edificio sufra daños irreparables, durante un sismo muy fuerte, la vida humana, debe mantenerse muy segura".

Para poder alcanzar este objetivo, nosotros debemos de observar y respetar una serie de normas y requisitos que son proporcionados por los reglamentos o por la experiencia práctica, que nos enseña en el campo, un sismo al producirse éste. Estas normas y requisitos vendrían a constituir las "medidas básicas de seguridad contra sismos y otros fenómenos naturales" que comenzaremos a enunciar seguidamente:

2. Es sabido que el DESLIZAMIENTO es una falla de una masa de suelo, localizado muy cercanamente a una pendiente.

Los deslizamientos pueden ocurrir de muchas maneras, es decir lentamente o rápidamente y con o sin provocación aparente. Generalmente los deslizamientos son producidos debido a la excavación o al corte de la base de una pendiente existente. Cuando las condiciones del lugar donde está ubicado el edificio coinciden con las siguientes condiciones, la posibilidad de que se presente la falla de deslizamiento, debe tenerse presente:

- a) En caso de que el edificio esté cerca de un precipicio de 3 metros de altura o más, la distancia del edificio al precipicio es menor o igual a la altura del precipicio.
- b) En caso de que el edificio esté debajo del precipicio, la distancia que hay entre el edificio y el precipicio es menor o igual al doble de la altura del precipicio.



### 3. Precauciones en Fachada

En fachadas, tanto interiores como exteriores los vidrios de ventanas se colocarán en los marcos de éstas, de manera que permitan un juego por lo menos igual al doble del desplazamiento horizontal relativo entre sus extremos.

### 4. Separación de Colindancias y en Juntas de Dilatación

Toda nueva construcción debe separarse de sus linderos con los vecinos un mínimo de 3 cm. para estructuras menores de 5 metros de altura, pero no menos de:  $S = 3 + 0.4(h - 5)$

Para construcciones con una altura mayor de 5 metros.

### 5. La cimentación de una estructura debe de conectarse completamente, para evitar la vibración desordenada de cada elemento.

### 6. Para dar permiso de ocupación en estructuras cuya área cubierta excede 10,000 m<sup>2</sup> o cuya altura exceda 30 metros, deberá constatarase que se encuentran instalados acelerógrafos tanto en el piso inferior como en el piso superior.

### 7. En casa de adobe tener presente las siguientes consideraciones:

- 7.1. Evitar la mala calidad del adobe, es decir lo referente a la materia prima usada y a la técnica de producción.



- 7.2. Evitar el dimensionamiento inadecuado del adobe especialmente evitar que la altura del adobe sea demasiado grande.
- 7.3. Usar una cadena superior de amarre.
- 7.4 Construcciones de más de un piso de adobe son vulnerables al sismo.

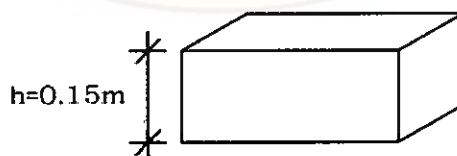
### 2.2.8. EL ADOBE SISMICO:

| N° | Ventajas                 | Desventajas                                           |
|----|--------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1  | Accesibilidad            | Requiere trabajo duro                                 |
| 2  | Economía                 | No es repelente al agua (cuando no usa estabilizante) |
| 3  | Mano de obra barata      | Poca resistencia a las fuerzas sísmicas               |
| 4  | Requiere poco pulimento  | Gran peso                                             |
| 5  | Durabilidad              | Poca resistencia lateral                              |
| 6  | Resistente al fuego      |                                                       |
| 7  | Gran aislamiento térmico |                                                       |

*Fuente: Cuadro N° 01 Ventajas y desventajas de adobe sismico*

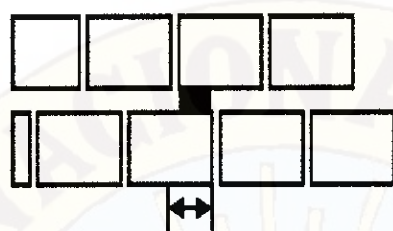
### CAUSAS POR LO QUE FALLA EL ADOBE

1. Mala calidad del adobe.
2. Dimensionamiento inadecuado (el campesino peruano está acostumbrado a hacer adobes de mucha altura, tratan de hacer el alto igual al largo).



**Figura N° 05: Altura de Adobe**

3. Trabajo horizontal insuficiente.



Traba insuficiente

Figura N° 06: Adobe de Cabeza

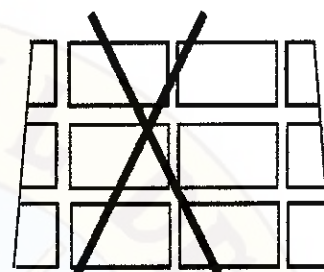


Figura N° 07: las juntas verticales no deben coincidir

4. Trabas inadecuadas y deficiencia en los encuentros de muro (Fig. N° 3).

5. Deficiente mano de obra.

6. Deficiencia en el llenado de las juntas.

Es muy frecuente que hagan juntas horizontales y no verticales. Esto lo hacen con la finalidad de que a la hora de tarrajear se agarre la mezcla. Ello puede ser así, pero no es lo correcto para la resistencia de la pared.

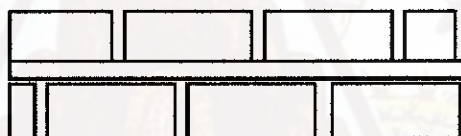


Figura N° 08: Deficiencia en el llenado de las juntas.

7. Dimensionamiento incorrecto de los muros.

No guardan relación, demasiado largo, demasiado alto y de poco espesor.

8. Vanos de puertas y ventanas muy anchos.

9. Demasiado porcentaje de vanos en una pared.

10. Mala distribución de vanos en un paño de muro.

11. Los vanos no deben estar cerca a las esquinas o a las paredes de arriostre.

12. Carencia de viga collar.

13. Techos muy pesados y mala fijación de estos al muro, sin colaborar al confinamiento del conjunto.

Se recomienda que la primera hilada debe estar a 20cm del piso terminado o a 30cm del terreno natural.

### DIFERENTES TIPOS, DE ADOBES O BLOQUES DE TIERRA QUE SE CONOCEN

Podemos fabricar adobes simples y adobes estabilizados

**Métodos diferentes de estabilización** Hay diferentes métodos para estabilizar el adobe. Se conocen cinco (5) métodos para estabilizar el suelo:

#### Método 1: Alteración de calibres del suelo.

El suelo está compuesto por tres (3) elementos básicos: arena, limo y arcilla (este último el componente más fino).

|                     |      |                                                                   |
|---------------------|------|-------------------------------------------------------------------|
| Ejemplo: Arena----- | 60%  | } Elemento inerte (permanecen como<br>están no cambia de volumen) |
| Limo -----          | 20%  |                                                                   |
| Arcilla-----        | 20%  |                                                                   |
|                     | 100% | ⇒ Elemento activo                                                 |

Nota: Un suelo arenoso se contrae menos que un suelo arcilloso.

#### Método 2: Estabilización mecánica

Consiste en agregar al suelo un estabilizante que tiene la propiedad de envolver a la componente del suelo y no acepta el agua.

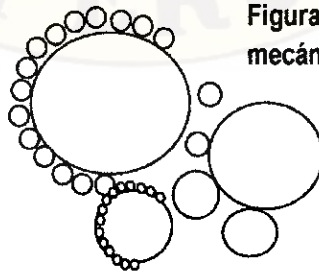


Figura N° 09: Estabilización mecánica.

Al agregar asfalto al suelo estamos haciendo estabilización mecánica. Está comprobado que un suelo con un montón de partículas tiene mayor superficie que envolver o cubrir que otro que tiene menos partículas, pero no es económico tener ello.

Supongamos:

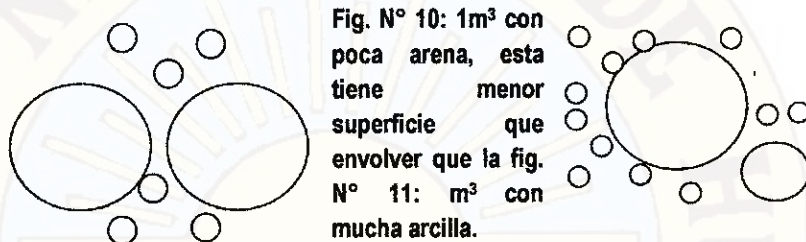


Figura. N° 10: Suelo con poca arena

Figura. N° 11: Suelo con mucha arcilla

### Método 3: Estabilización Química

Al agregar cal al suelo, la cal reacciona con los componentes del suelo y se produce la estabilización, de preferencia se aconseja mezclar la cal con un suelo que sea arenoso.

1 volumen de penca } Se hace hervir y esta agua es la que  
10 volumen de agua } entra para preparar el suelo - cal

Suelo Cal { 1 volumen de cal + agua de penca  
10 volúmenes de tierra

### Método 4: Estabilización combinada

Se produce cuando se combina mezcla de suelo + estabilizante. Eje. Con el cemento ya que esto envuelve a los componentes y reacciona químicamente.

Recomendaciones para preparar el suelo-cemento.

Se mezcla el suelo en la proporción 1:10 (cemento: tierra).

Más de 1:15 (cemento: tierra) no vale la pena porque se gastaría cemento en vano.

Para el suelo-cemento, el suelo debe tener características arenosas.



### **Método 5: Estabilización electro-química**

Consiste en pasar corriente eléctrica por el suelo y al existir sales se produce el proceso electroquímico, este proceso es muy sofisticado.

**Conclusión** No todos los suelos sirven para hacer adobe.

**Arena:** Granos inertes comprendidos entre 2.00mm – 0.05mm  
No tienen cohesión No tiene plasticidad.

**Limo:** Granos comprendidos entre 0.05 mm – 0.005mm Parece ser una arena muy fina Tiene escasa plasticidad Se dice que algunos limos tienen cierta cohesión.

**Arcillas:** menos de 0.005 mm.

**Coloides:** Son escasos Si hacemos el batido, lo primero que se asienta es la arena, luego el limo (demora de 30min a 1 hora) y por último la arcilla (3 horas). El limo y la arcilla son los finos que pasan la malla N° 200.

### **PROPORCIÓN IDEAL PARA HACER UN BUEN ADOBE**

El suelo debe tener:

55% - 75%.....Arena

25% - 45%.....Finos (limo + arcilla)

### **DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES**

En laboratorio se determina por sedimentación

En forma práctica, se hace un rollo con la mano así:

Si se rompe ante de alcanzar los 5cm, entonces se trata de un suelo muy arenoso. Si pasa de los 15cm es muy arcilloso, o sea que lo ideal sería estar en el rango de:

5cm  $\longleftrightarrow$  15cm

En la UNI, la Católica, se hace 5 bolitas de 2cm de diámetro, durante 24 horas se deja secar y después se trata de romperlas con la presión de los dedos, si se trata de un buen suelo no deben romperse. Si se rompe 1 de las 5 bolitas se debe hacer de nuevo la prueba.

Se hizo un adobe con suelo de la Huaca "Juliana" y se determinó:

|                            |                                |        |
|----------------------------|--------------------------------|--------|
| Oxido de silicio           | SiO <sub>2</sub>               | 60%    |
| Oxido de aluminio          | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 22.92% |
| Oxido de fierro            | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4.28%  |
| Oxido de magnesio          | MgO                            | 4.39%  |
| Oxido de calcio            | CaO                            | 0.73%  |
| Agua                       | H <sub>2</sub> O               | 0.29%  |
| Conchuelas                 |                                | 1.30%  |
| Material orgánico (cactus) |                                | 6.53%  |

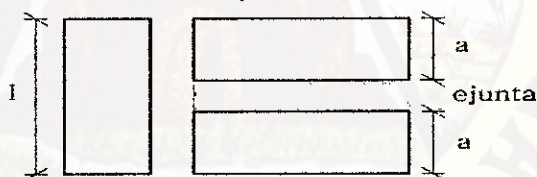
Este adobe dio una resistencia de 30 kg/cm<sup>2</sup> > 12 kg/cm<sup>2</sup> (R.N.E. 2016)

### DIMENSIONES DEL ADOBE TRADICIONAL

Se han encontrado variadas dimensiones, pero se dan las recomendaciones que debe cumplir un buen adobe:

1. La longitud del adobe no debe ser mayor que el doble de su ancho más el espesor de una junta.

$$l \leq 2a + e_{\text{junta}}$$



Fuente Propia: Figura. N° 12: Espesor de junta

2. La relación entre la longitud del adobe en el plano del muro y su altura no debe ser menor que 4 para construcciones hechas con adobe sin estabilización, ni menor que 3 para adobe estabilizado.

$$\frac{l}{h} \geq 4 \text{ para adobes sin estabilizar}$$

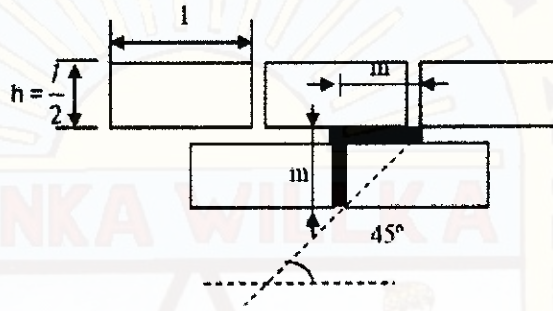
$$\frac{l}{h} \geq 3 \text{ para adobe estabilizado}$$



Fuente Propia: Figura. N° 13: Altura de adobe

3. El peso del adobe, debe ser como máximo 30 Kg.

Cuando se observa una pared de adobe, se puede apreciar la falla por sismo que es a 45° (falla por tracción diagonal).



Fuente Propia: Figura. N° 14: Falla por tracción diagonal

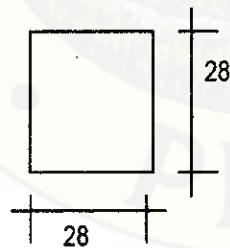
La falla deberá ser por rotura del adobe y no por la junta. Del gráfico

$$\text{cuando: } h = \frac{l}{2} \rightarrow l = 2h \rightarrow \frac{l}{h} = 2$$

No se debe usar porque se le hace el camino a la falla por sismo.

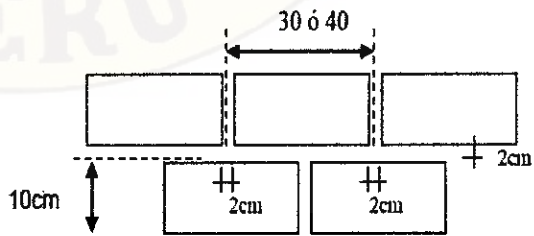
En conclusión, el largo debe ser mayor que el doble del ancho, de tal manera que si se produce falla, sería por rotura del adobe y no en las juntas.

También se recomienda adobes cuadrados:



Adobe estabilizado: 28 x 28 x 8 cms

Adobe simple: 38 x 38 x 8 cms



Fuente Propia: Figura. N° 15: Adobes con dimensiones recomendadas

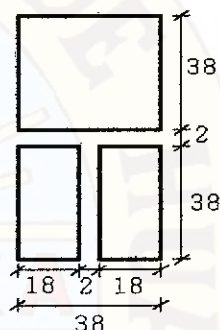
### Ventaja de los adobes cuadrados

1º Su peso 19 Kg (fácil manipuleo).

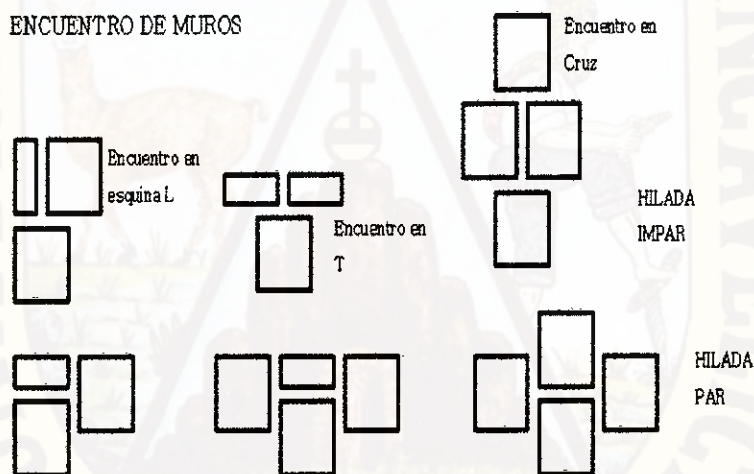
2º Relación 4 @ 1.

3º No se tendrá desperdicios con este tipo de adobe. A lo más se recomienda hacer un medio adobe de 18 x 18 x 8.

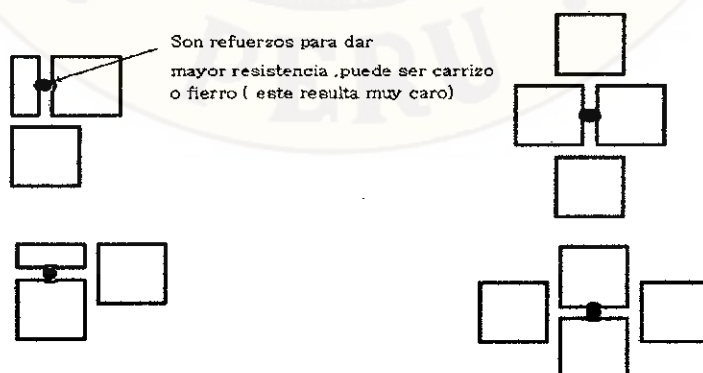
4º Permite solución correcta de encuentros.



#### ENCUENTRO DE MUROS



Fuente Propia: Figura. N° 16: Ejemplo de Hiladas impar y par



Fuente Propia: Figura. N° 17: Refuerzos con carrizo en adobe



## **TENDAL**

Debe estar preparado, compactado y de preferencia que lleve una capa de arena fina. Al secarse el adobe se contrae y si hay material grueso se raja, pero la arena fina le sirve como polines y evitan que se rajen.

Contenido de humedad del barro, tiene que estar comprendido entre el límite líquido (L.L) y el límite plástico (L.P).

Cuanto más arcilla tenga el barro, el L.L. debe aumentar (las arcillas expansivas tienen un L.L. muy alto mayor de 100).

El encogimiento en el adobe se presenta a las 24 horas y alcanza del 80% a 90% del total.

El porcentaje de encogimiento, lo debemos tener muy presente, ya que si necesito un adobe de 28 x 28 cm tendré que hacer las gaberías más grandes, en lo que se refiere a la altura se reduce  $\frac{1}{2}$  cm.

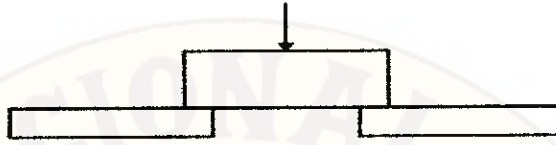
5% es un porcentaje aproximado de reducción. Lo recomendable es preparar un adobe y ver cuánto se reduce y con estos datos preparar las gaberías. Si el secado es muy violento el adobe se va a rajarse.

Pasado 2 ó 3 días al adobe se le puede poner de canto. A las 4 semanas se puede tener ya el adobe para el trabajo, con clima favorable se puede asentar a los 20 días.

## **CONTROL DE CALIDAD DEL ADOBE**

Prueba de flexión (obtener el módulo de rotura en laboratorio). Carga puntual: una persona de peso promedio (aprox. 70 Kg.) durante 1 minuto. El adobe deberá permanecer entero. Esta prueba es mejor hacerlo con medio adobe, según las normas el módulo de rotura debe ser 2.5 kg/cm<sup>2</sup>.

Prueba de Flexion

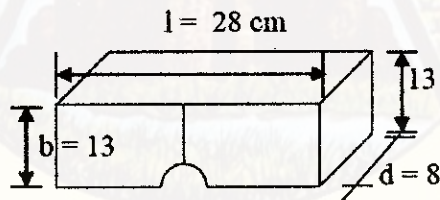
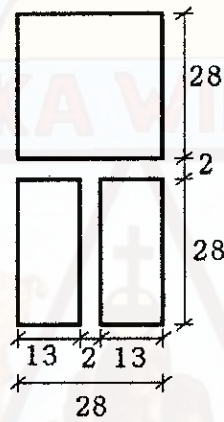


Fuente Propia: Figura. N° 18: Prueba de Flexión

- Medidas del adobe estabilizado: 28 x 28 x 8 cm.
- Medidas del medio adobe 13 x 28 x 8 cm.

Fuente Propia: Figura. N° 19:

Dimensión del adobe



El esfuerzo de flexión:  $\sigma = \frac{Mc}{I}$

Donde:  $I = \frac{bh^3}{12}$ ;  $C = \frac{h}{2}$ ;  $M = \frac{pl}{4}$

$$\therefore \sigma = \frac{3 pl}{2 bd^2}$$

Reemplazamos los datos del adobe:

$$\therefore \sigma = \frac{3 \times 70 \times 28}{2 \times 13 \times 8^2} = \frac{5880}{1664}$$

$$\therefore \sigma = 3.53 \text{ kg/cm}^2$$

La norma dice:  $\sigma = 2.50 \text{ kg/cm}^2$

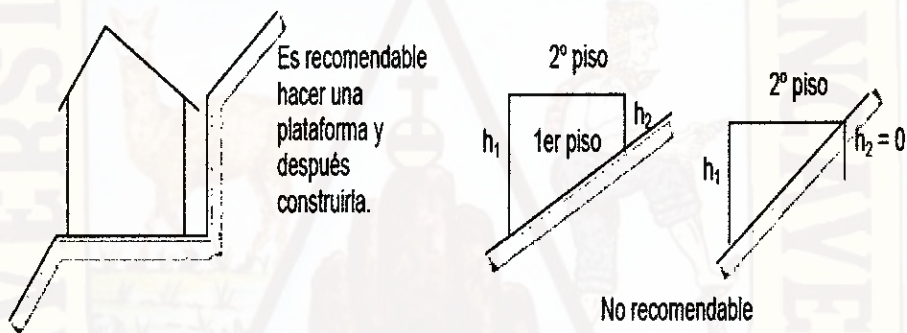
Como:  $3.53 > 2.50$  es correcto.

El módulo de rotura en promedio debe ser  $\sigma = 3.5 \text{ kg/cm}^2$ , pero

ningún adobe debe tener menos de  $\sigma = 2.5 \text{ kg/cm}^2$

**Proceso constructivo:** En la sierra se construye con adobe en una ladera y resultan 2 paredes diferentes.

Y muchas veces pasa al 2do piso esto no es recomendable.



Fuente Propia: Figura. N° 20: Recomendaciones en terrenos con pendientes

### PARTES PRINCIPALES DE LA ESTRUCTURA DE UNA VIVIENDA

- Cimentación
- muros
- Elementos de arriostre
- Techo

- ✓ **CIMENTACIÓN.**- Encargada de transmitir la carga al suelo. La norma exige no construir con adobe en suelos con capacidad portante menores de  $1 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_t = C_t < 1 \text{ kg/cm}^2$$

Es posible solo cuando se utiliza adobe estabilizado, cuando uso adobe simple (barro + paja):

$$\sigma_t = C_t < 2 \text{ kg/cm}^2$$

Los suelos blandos producen amplificación del sismo: Un sismo de grado V (en Mercalli modificado) en Lima, produce más o menos un sismo de grado VIII en la Molina.

| Tipo de suelo                                          | $\sigma_t = \text{kg/cm}^2$ |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Roca dura y sana (granito, basalto).                   | 40.0                        |
| Roca media dura y sana (pizarra).                      | 20.0                        |
| Roca blanda y fisurada.                                | 7.0                         |
| Conglomerado compacto bien graduado.                   | 4.0                         |
| Terrenos compuestos de mezclas de arena y grava.       | 2.0                         |
| Arena fina, media gruesa, mezclada con Limo o arcilla. | 1.5                         |
| Arena fina, mezclada con Limo o arcilla.               | 1.0                         |
| Arcilla firme.                                         | 1.5                         |
| Arcilla inorgánica blanda.                             | 0.5                         |
| Limo inorgánico con o sin arena.                       | 0.25                        |

**Cuadro. N° 02: Esfuerzos por tipo de suelo**

Cuando estos suelos se encuentran bajo agua su capacidad portante disminuye a la mitad.

Los valles costeros tienen  $\sigma_t = \text{kg/cm}^2$  o menos.

La cimentación puede consistir en un sistema común de cimentación corrida de concreto ciclópeo 1:12 con 30% PG. (8"Ø). Si no se consigue el cemento se puede usar piedra con barro estabilizado o mezclas con cal.



La norma exige que la profundidad mínima del cimiento sea:

- 0.40 m si utilizó concreto ciclópeo.
- 0.60 m si utilizó piedra con barro.

Ancho del cimiento:

Para concreto, ciclópeo → 1.5 veces el espesor de la pared.

Para piedra con barro → 2.0 veces.

Sobre cimiento:

Protege la edificación del adobe, aísla las hiladas inferiores de la humedad, erosiones mecánicas o sales.

El agua por capilaridad sube y puede llegar a la primera hilada, por tanto la primera hilada debe estar a:

- 0.20 m del piso terminado
- 0.30m como mínimo del suelo natural.

El sobre cimiento puede ser de concreto ciclópeo 1:10 con 25% de piedra Mediana (6"Ø).

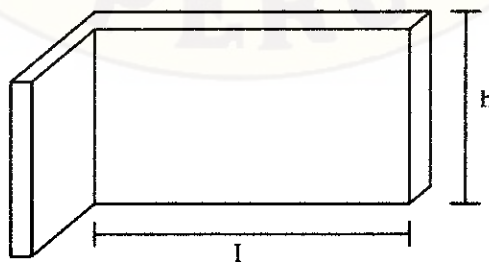
#### ✓ **MUROS.-**

a. Según las normas sismo-resistente: el espesor ( $e$ ) mínimo de los muros será la mayor de las siguientes dimensiones:

$$e \geq 1/8 h \rightarrow h = \text{altura libre.}$$

$$e \geq 1/12 \text{ de la distancia entre los elementos de arrioste verticales.}$$

b. La longitud entre el extremo libre de un muro y el elemento vertical de arrioste más próximo no excederá de 0.4 veces de altura libre del muro.

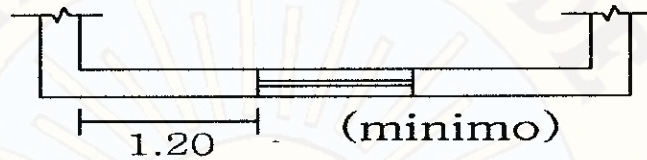


$$l \leq 0.4 h$$

Fuente Propia: Figura. N° 21: Medidas adecuadas de muro

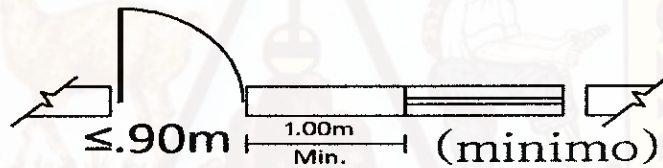
Si resultase mayor, debemos confinar o ponerle una mocheta, pero no dejarlo libre.

- c. Los vanos de puertas y ventanas deben alejarse como mínimo 1.20 de la pared transversal.



Fuente Propia: Figura. N° 22: Longitud mínima de vanos

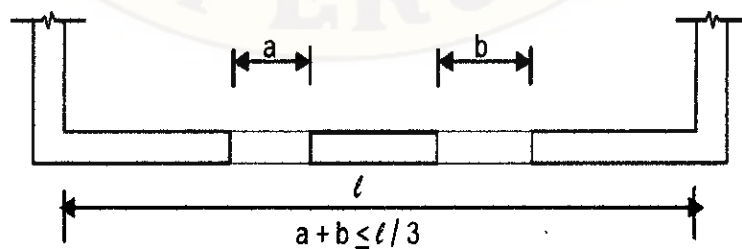
- d. Los vanos de puertas y ventanas debe estar separados como mínimo 1.00 m.



Fuente Propia: Figura. N° 23: Separación mínima de vanos

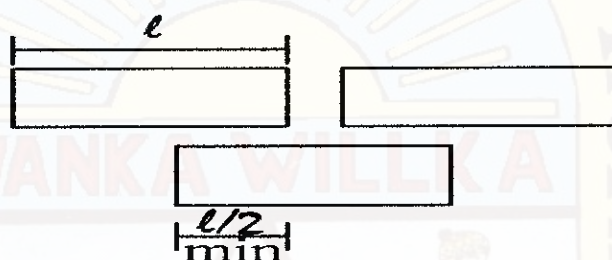
- e. el vano de puerta no debe ser mayor de 90cm.

- f. El vano de ventana no debe ser mayor de 1.20m ni debe tener una altura mayor de 0.90m.



Fuente Propia: Figura. N° 24: Longitud máxima de vanos en ventanas

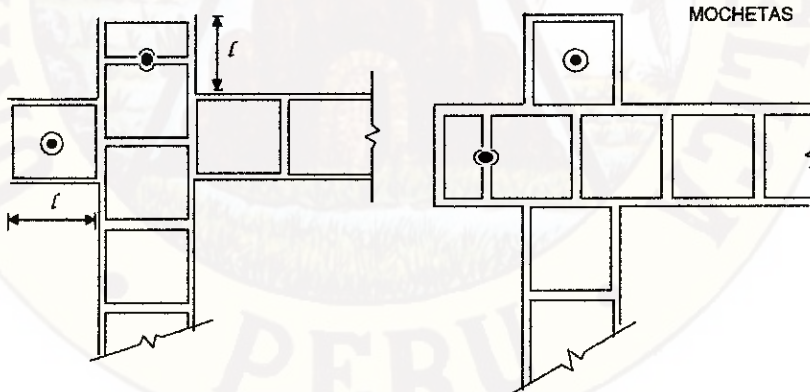
- g. La suma de los anchos de vanos de una pared no debe ser mayor de  $\frac{1}{3}$  de su longitud.
- h. La separación entre casas vecinas debe ser como mínimo: 5cms.
- i. Si tengo una edificación antigua y quiero arreglarla es preferible construir una pared nueva.
- j. No se debe construir esquinas en ochavos.
- k. todos los adobes deben quedar trasladados como mínimo  $\frac{1}{2}$  adobe.



Fuente Propia: Figura. N° 25: Traslape mínimo

### **ELEMENTOS DE ARRIOSTRE:**

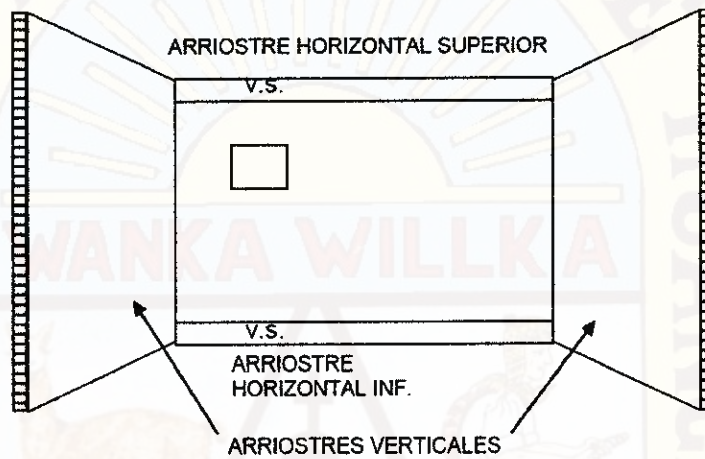
Son muros transversales o mochetas.



Fuente Propia: Figura. N° 26 Vigas Soleras (V.S.) son elementos que dan amarre a los muros de los cuales toman cargas o se encuentran formando parte integrante

Vigas Soleras (V.S.) son elementos que dan amarre a los muros de los cuales toman cargas o se encuentran formando parte integrante.

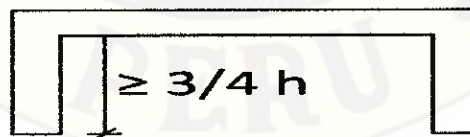
- Una pared es arriostre de otra.
- Cuando se usa adobe cuadrado, se solicita pasar un adobe es decir una longitud  $l$  (ver fig.)
- Para diseñar el arriostre hay que considerar que el muro es apoyado, o como losa apoyada sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él.



**Fuente Propia: Figura. N° 27: Arriostres horizontales y verticales**

La longitud de un muro de arriostre no debe ser menor de  $\frac{3}{4}$  de su altura. Ejm. Si tenemos un muro de 2.40m de alto necesita  $\frac{3}{4}(2.40) = 1.80$  m. de arriostre.

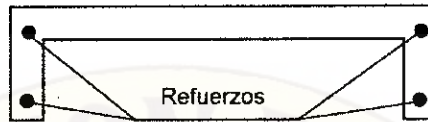
En el gráfico si la longitud del muro no cumple con  $\frac{3}{4}h$  entonces no es arriostre pero lo podemos convertir a arriostre colocando refuerzo (caña, etc.). Las cañas pueden ser: caña brava, caña de Guayaquil, carrizos.



**Fuente Propia: Figura. N° 28: longitud mínima de muro de arriostre**

- ✓ **Refuerzos:** Para que la caña funcione como refuerzo estando puesto en el muro, debe estar anclado (fijo) en la cimentación y en la parte superior a la viga collar.





Fuente Propia: Figura. N° 29: Refuerzos en muros

Para fijarlo a la cimentación. Si uso concreto ciclópeo no hay problema, pero si la cimentación es de piedra y barro, debo poner al final de la caña, alambres, para evitar que se salgan. Las cañas impiden que la edificación colapse totalmente.

- ✓ **Mortero:** El mortero sirve para pegar los adobes (cemento-arena). El mortero de asiento debe ser de tal naturaleza que se fisure lo mínimo posible, si el mortero se fisura los adobes se separan. El mortero también se encoge, pero como está confinado por los adobes se raja. Es igual mezclar el barro con paja o con arena, con este último el encogimiento es menor.

Cuando hay falla, debemos evitar que el mortero falle solo, debemos tratar que esta falla sea del mortero y del adobe.

Dosificaciones para evitar que falle:

Mortero: Cemento – arena 1:8 ó 10 (1 cemento, 8 ó 10 arena)

Mortero: Cemento – tierra + arena 1: (6+4) (1 cemento, 6 tierra + 4 arena)

Mortero: Cemento – tierra + arena + 1% asfalto RC – 250

No se debe usar mortero de barro solamente porque falla. Las juntas verticales o horizontales deben tener como máximo 2cms.

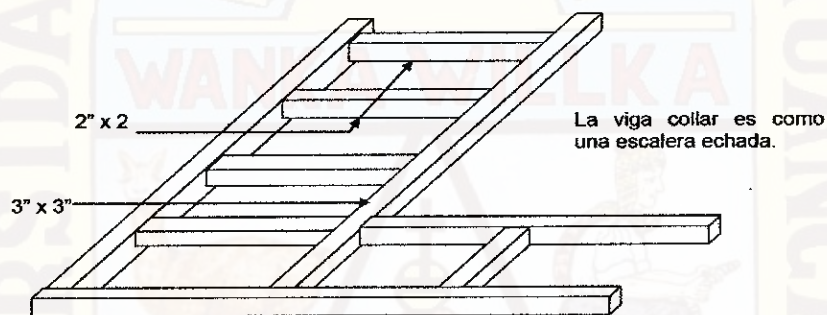
- ✓ **Techo:** El techo debe ser liviano, en el peor de los casos se puede usar tejas (80kg/m<sup>2</sup>) pero no más allá. El techo puede ser de barro con paja y asfalto, pero esto es muy poco para zonas lluviosas, allí se debe usar calamina. En techos livianos cada muro recibe carga que está de acuerdo al área tributaria (área de influencia) que soporta y no es con respecto a

la rigidez del muro. Todo techo debe llevar material aislante y la torta de barro es buen aislante.

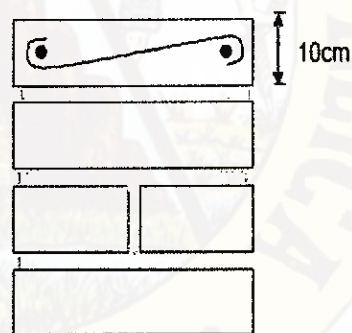
- ✓ **Viga collar.-** Toda edificación de adobe, debe tener viga collar, anclada adecuadamente al muro, de tal forma que sirva como arriostre, esta puede ser madera, de concreto, también puede ser de malla metálica y concreto.

La viga collar debe cumplir la función de dintel.

La viga collar puede ser madera.



Fuente Propia: Figura. N° 30: Viga Collar



Fuente Propia: Figura. N° 31: Viga Collar de Concreto

Si la viga collar es de concreto basta con una altura de 10cm con 2 Ø 3/8\".

La UNI, La Católica han planteado una norma que reemplazó a la dada en el año 1977 sobre construcciones de adobe.

Se puede usar tijerales de madera, pero estos no deben ser mayores de 6.

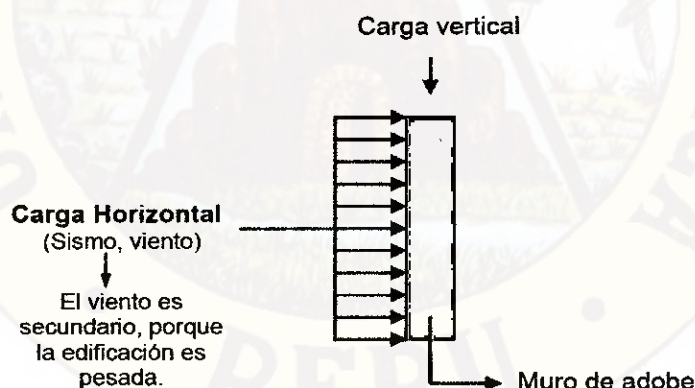
- ✓ **Revoque.-** Se debe colocar revoque para evitar que el adobe falle por erosión, sobre todo el adobe simple. El adobe estabilizado puede quedar sin revoque. Como material de revoque podemos usar barro solo. El barro-arena o enyesado.
- ✓ **Instalaciones Sanitarias:** Se recomienda que sea visible.
- ✓ **Instalaciones Eléctricas:** Debe ser empotrada El tubo de ventilación se debe llevar por esquina y después revocarla.

### 2.2.9. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE ADOBE:

El adobe como elemento constructivo y la albañilería de adobe, tienen características propias, que deben considerarse en el diseño, de igual manera como cuando se utiliza otro material. En el análisis se considera:

- 1.- Cimentación
- 2.- Muros
- 3.- Elementos de arriostre

El diseño se basa en el MÉTODO ELÁSTICO CLÁSICO o de Cargas de Trabajo y no llega al Método de la Rotura.



**Fuente Propia: Figura. N° 32: Método de Rotura**

La prueba a la compresión del adobe se hace en cubitos que se sacan del adobe. La carga que se obtiene de la prueba no es la resistencia del muro, porque en el muro participan otros factores (esbeltez, mortero, etc.) Hasta ahora no se puede relacionar el  $f_c$  resistencia del muro; esto es lo que se quisiera saber.

### **Cimentación**

El estudio de la cimentación, al igual que para otros tipos de construcciones debe iniciarse con el conocimiento de las características del suelo sobre el que se va a construir. El diseño se regirá con los mismos principios utilizados para una cimentación Convencional, teniendo especial cuidado en considerar la capacidad portante del suelo, posibilidad de asentamientos, etc.

### **Muros**

Las cargas que actúan sobre los muros se determinan siguiendo métodos usuales. Para la determinación de las cargas horizontales puede utilizarse los criterios planteados más adelante. Determinadas las cargas, se verificarán que los esfuerzos producidos sean menores o iguales a los esfuerzos admisibles. Para esta verificación se presenta una metodología que se detalla a continuación.

### **Muros bajo carga vertical**

El esfuerzo admisible se determina, afectando el esfuerzo de rotura con factores de reducción por variabilidad de resistencia real, variabilidad de cargas, excentricidad y esbeltez, factores que influyen en la resistencia de un elemento en compresión. De los estudios realizados en la Universidad Nacional de Ingeniería, se plantea la siguiente expresión para la determinación del esfuerzo admisible del muro:

$$f_m = \phi_r \phi_c \phi_e \phi_l f'_m$$

Al  $f'_m$  le aplicamos otros factores para obtener el  $f_m$  donde:

$f_m$  = Esfuerzo Admisible del Muro (no es el esfuerzo a la rotura)

$\phi_r$  = Coeficiente de reducción por variabilidad de la resistencia real.

$\phi_c$  = Coeficiente de reducción por variabilidad de las cargas.

$\phi_e$  = Coeficiente de reducción por excentricidad.

$\phi_l$  = Factor de esbeltez.

$f'_m$  = Esfuerzo de rotura a la compresión del prisma estándar.



$$\phi_r = 0.81.$$

$$\phi_c = 0.69.$$

$$\phi_e = 0.77$$

Son valores que se han obtenido en laboratorio y se usan para el adobe en general.

Reemplazando:  $f_m = 0.43\phi_l f'_m$

Del gráfico N° 1 podemos obtener  $\phi_l$

Se sabe que:  $E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F}{\epsilon}$  esto nos indica que conocido el esfuerzo y la deformación, podemos calcular el módulo de elasticidad.

Y  $\alpha = \frac{E}{f'_m}$  donde  $E$  = Módulo de Elasticidad.

Los valores de:

$k = 1$  Columna biarticulada, viga collar en los extremos.

$k = 2$  Columna apoyada en su base, no hay viga de amarre.

Los valores de  $E$  y  $f'_m$  dependen del tipo de adobe y del mortero utilizado ver Tabla N° 1.

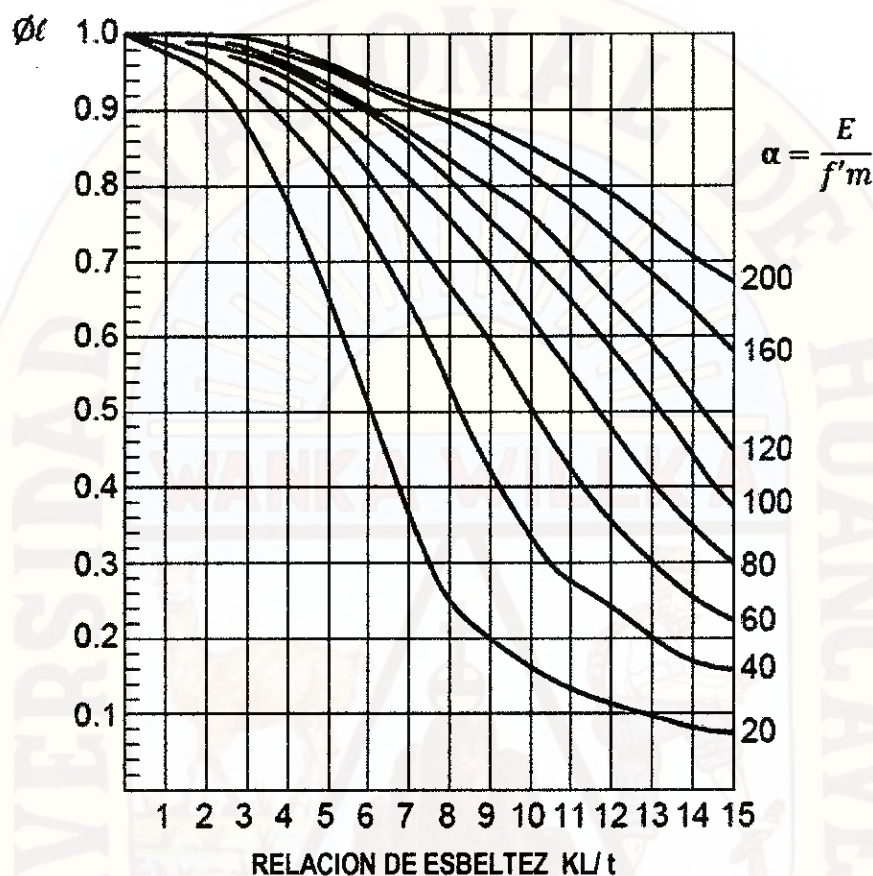
**Tabla N° 01: Modulo de elasticidad y Esfuerzo admisible**

| ADOBE                           | MORTERO                        | $E = (kg/cm^2)$ | $f'_m = (kg/cm^2)$ |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|
| COMUN                           | BARRIO                         | 1700            | 8                  |
| ESTABILIZADO<br>DO<br>ASFALTADO | CEMENTO –<br>ARENA 1:8         | 4760            | 19                 |
|                                 | SUELO –<br>ASFALTADO S<br>– 1% | 3000            | 15                 |

Por ejemplo para el adobe común:  $E = 1700 \frac{kg}{cm^2} \rightarrow f'_m = 8 \frac{kg}{cm^2}$

En ladrillo se dice:  $f'_m > 35 \frac{kg}{cm^2}$

Grafico N° 1: Curva para determinación de esfuerzos admisible en muros portantes



Fuente: FINTEL Mark "Resistant to earthquake-Philosophy, Ductility an Details.

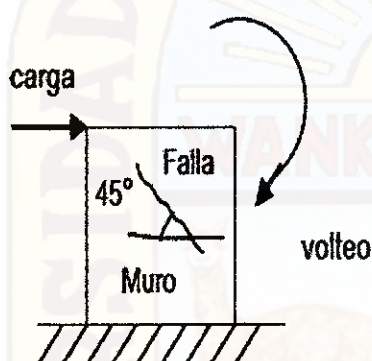
FLEXIÓN Y CORTE

**Resistencia en flexión:** Moromi<sup>7</sup> estudió experimentalmente la resistencia en flexión en un plano horizontal de la albañilería de adobe con y sin refuerzo, la resistencia del muro sin reforzar resultó muy pequeña, mientras que con refuerzo se llegó hasta una resistencia 39 veces mayor cuando uso mortero de barro con cemento, pero solo 4 veces mayor cuando uso mortero de barro simple.

**Resistencia en corte:** Minchola<sup>8</sup>, Guanilo<sup>9</sup> y Merino<sup>10</sup>, estudiaron experimentalmente, la resistencia de muros de corte de albañilería de adobe

con o sin refuerzo. La resistencia del muro sin reforzar fue de  $0.123 \text{ kg/cm}^2$  y la más alta resistencia obtenida fue  $0.268 \text{ kg/cm}^2$ , correspondiente al espécimen reforzado en ambos bordes verticales y también horizontalmente cada tres hiladas.

### Muros con cargas horizontales en su plano



El muro puede fallar por:

Volteo  
Corte (En forma limpia)  
Deslizamiento  
Tracción Diagonal

El esfuerzo cortante que actúa en un muro está dado por la expresión:

$$V_{act} = \frac{V}{L \cdot t}$$

Dónde:

$V_{act}$  = Esfuerzo cortante

$V$  = Carga Horizontal

$L$  = Longitud del muro

$t$  = Espesor del muro

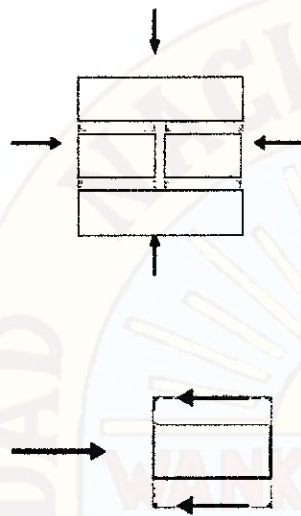
<sup>7</sup>Isabel Moromi, "Estudio de Vigas de Suelo-Cemento Reforzadas con Caña de Guayaquil y de Modelos de Muros de Adobe sometidos a Cargas Perpendiculares a su Plano". Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, 1971.

<sup>8</sup>MINCHOLA HARO Carlos E. Estudio de Muros de Adobe Sometidos a Cargas Horizontales – Parte (a), Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, 1974.

<sup>9</sup>GUANILO GARCÍA Horacio A. Estudio de Muros de Adobe Sometidos a Cargas Horizontales – Parte (b), Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, 1974.

<sup>10</sup>MERINO ROSAS Francisco A. Estudio de Muros de Adobe Sometidos a Cargas Horizontales – Parte (c), Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, 1974.

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO



$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Esfuerzo de compresión se aplica y

Se deja allí.

Luego se aplica la carga horizontal y se trata que los dos medios adobes se junten (se peguen) y allí se produce el corte.

La expresión de Coulomb:  $V = \mu + f\sigma$

Dónde:  $v$ : Esfuerzo cortante del muro, que se calcula por la prueba de Corte directo o esfuerzo tangencial de falla,  $kg/cm^2$

$\mu$ : Esfuerzo de adherencia (cohesión)  $kg/cm^2$

$f$ : Coeficiente de fricción aparente

$\sigma$ : Esfuerzo de confinamiento (compresión unitaria),  $kg/cm^2$  lo obtenemos de  $\frac{P}{A}$ . Los parámetros  $\mu$  y  $f$  se determinan a partir de ensayos de corte directo. Ejemplo se ensayó seis especímenes, tres con  $\sigma=0$  y tres con  $\sigma = 0.5$  a  $1.0 kg/cm^2$ , se eligió un valor  $P$ . sea  $P_1$ , lo mantengo constante y obtengo  $\sigma_1 = \frac{P_1}{A}$ , luego elijo  $P_2$  y obtengo  $\sigma_2 = \frac{P_2}{A}$ .

Grafico estos puntos, los unimos y obtenemos una recta, esta corta a la ordenada y ese valor es del parámetro  $\mu$ .

Calculado  $v$ , ya se puede obtener  $v_{adm}$  con la siguiente fórmula:

$$v_{adm} = factor(v)$$



El reglamento actual, para construcciones con adobe simple, nos da como valor del factor igual a 0.45, obteniéndose:

$$v_{adm} = 0.45(v)$$

$$v_{adm} = 0.45(\mu + f\sigma)$$

En la tabla N° 2, se dan como referencia algunos valores de  $\mu$  y de  $f$  para adobes estabilizados con asfalto.

**Tabla N° 2**  
**Adherencia y coeficiente de fricción de acuerdo a los resultados de los ensayos**

| Mortero y Adobe |              | 1     |      | 2     |      | 4     |      |
|-----------------|--------------|-------|------|-------|------|-------|------|
|                 |              | $\mu$ | $f$  | $\mu$ | $f$  | $\mu$ | $f$  |
| S – 2%          | A.CH.        | 1.66  | 0.90 | 0.69  | 0.75 | 0.90  | 0.78 |
|                 | A.G.         |       |      | 0.80  | 0.67 |       |      |
| 1:10-<br>1%S    |              | 2.10  | 1.10 | 1.18  | 0.70 | 1.40  | 0.60 |
|                 |              |       |      | 1.01  | 0.86 | 1.30  | 0.83 |
| 1:(6,4)-<br>1%  |              |       |      | 1.47  | 0.83 |       |      |
|                 |              |       |      | 1.52  | 0.55 |       |      |
| Simple          | Estabilizado |       |      |       |      | 0.55  | 0.58 |

A. CH. : Adobe Chico

A. G.: Adobe Grande

Ensayos de corte directo

Valores hallados de la relación  $v = \mu + f\sigma$

Esfuerzos de confinamiento de 1.2 y 4  $kg/cm^2$

Los valores de  $\mu$  y  $f$  varían con el tipo de adobe y de mortero. La carga de confinamiento será las sobrecargas actuantes más el peso propio de muro.

El mortero puede ser: 1: 1: 5   ó   1: 1: 4

Para el caso de adobe simple y mortero simple.

$$\mu = 0.12 \text{ kg/cm}^2 \quad f = 0.67$$

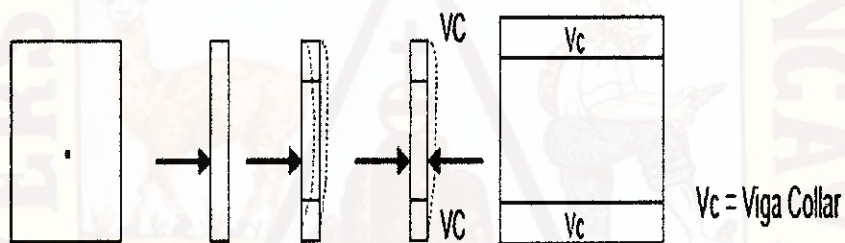
Para el caso: con mortero 1: (6 + 4) + 1 % Asfalto (1 cemento, 6 tierra, 4 arena, 1 % asfalto), para adobe chico se tiene:

$$\mu = 1.47 \text{ kg/cm}^2 \quad f = 0.83$$

Mejorando el mortero estamos ganando mucho en capacidad portante.

Se puede apreciar la diferencia  $\mu = 0.12 \text{ kg/cm}^2$  a  $1.47 \text{ kg/cm}^2$

Si no pasa por corte, se debe anchar el muro o alargar el muro:



El muro se flexiona y esta flexión puede ser en 2 sentidos.

Para que el muro no falle por flexión se debe calcular el espesor (t) adecuado.

### Muros con cargas perpendiculares a su plano

El espesor de un muro sujeto a cargas perpendiculares a su plano está dado por la expresión:

$$t = \frac{6\beta C_m \gamma_m a^2}{f_a}$$

Dónde:

$t$  = Espesor del muro

$\beta$  = Coeficiente – Gráfico N° 2

$C_m$  = Coeficiente Sísmico de Diseño

$\gamma_m$  = Peso Específico del Muro

$a$  = Dimensión Crítica

$f_a$  = Esfuerzo Admisible en flexión

Se especifica para el Adobe Común  $f_a = 0.30 \text{ kg/cm}^2$

Ver Tabla N° 3, en cual se dan algunos valores de  $f_a$  como referencia.

**Tabla N° 3: Valores de Esfuerzo Admisible en flexión para adobes**

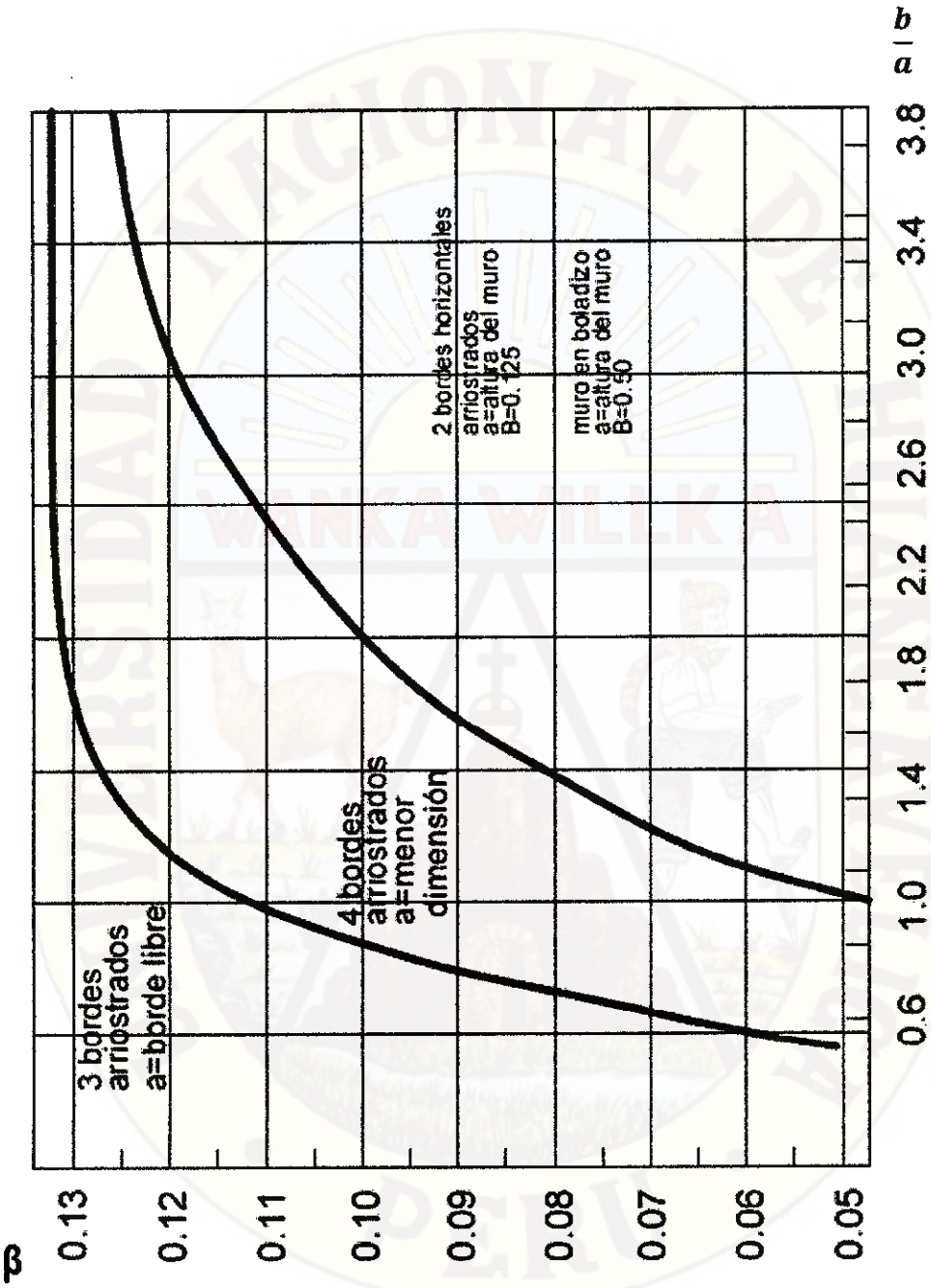
| ADOBE        | MORTERO                | $f_a(\text{kg/cm}^2)$ |
|--------------|------------------------|-----------------------|
| COMUN        | BARRO                  | 0.30                  |
| ESTABILIZADO | CEMENTO – ARENA<br>1:8 | 0.60                  |
|              | SUELO - ASFALTO        | 0.40                  |

$\gamma_m = 1700 \text{ kg/m}^3$  Para adobe común.

$\gamma_m = 1900 \text{ kg/m}^3$  Para adobe estabilizado con asfalto.

Curvas para la determinación del coeficiente  $\beta$ . (Gráfico N° 2)

GRAFICO N° 2: Curva para determinación del coeficiente  $\beta$



Fuente: FINTEL Mark "Resistant to earthquake-Philosophy, Ductility an Details.

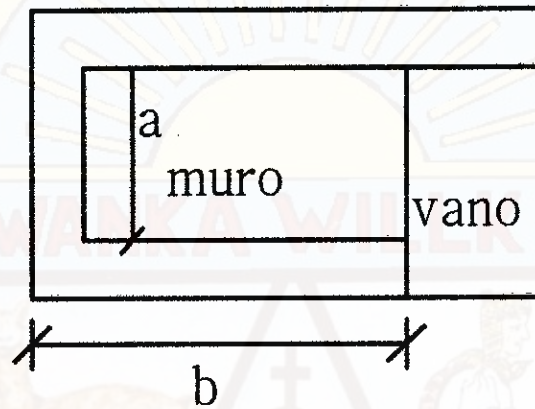
Se puede usar  $C_m = 0.24$  Para adobe simple con refuerzo de caña  
 $C_m = 0.14$  Para diseño de madera  
 $C_m = 0.20$  Para diseño de ladrillo.



Cuando se hace el cálculo de:  $H = C_m P = \frac{ZUSC}{R_d} P$

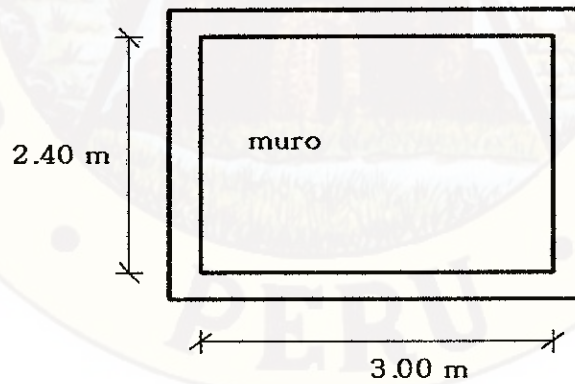
Para adobe simple resulta  $C_m = 0.32$  que es mucho con respecto a 0.24 para madera  $R_d = 4$  El Coeficiente lo determina el gráfico N° 2

BORDES ARRIOSTRADOS:



a = borde libre

b = la otra dimensión



a = Menor dimensión = 2.40 m.

b = La otra dimensión = 3.00 m.

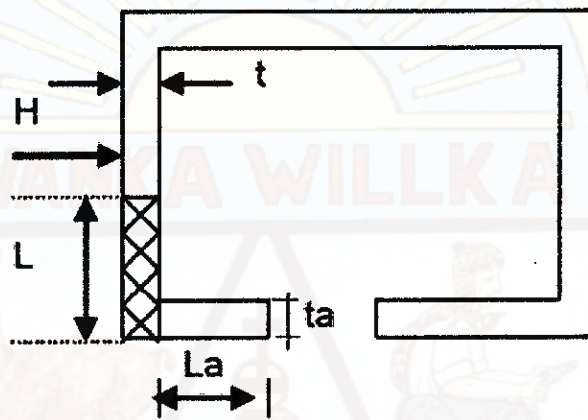
### Elementos de Arriostres

#### **Muros de Arriostre**

Para el diseño de los muros de arriostre se debe considerar lo siguiente:

- Verificación por volteo
- Verificación por esfuerzo cortante

Teniendo presentes estos dos criterios, se han elaborado los gráficos N° 3 y N° 4 en los cuales se determinan dos valores para la longitud del muro de arriostre, debiendo tomarse el mayor.



$L_a$  = Longitud muro de arriostre

$L$  = Longitud muro arriostrado Primero veremos que el muro no se voltee

El valor de  $K$  en el gráfico N° 3 es:

$$K = \frac{1.1 C_m h}{\alpha L}$$

En donde:

$C_m$  = Coeficiente sísmico de diseño

$h$  = altura total del muro

$L$  = longitud del muro arriostrado (ver figura)

$\alpha$  = Factor que depende del material (tabla N° 4)

En la tabla N° 4 se dan algunos valores de  $\alpha$

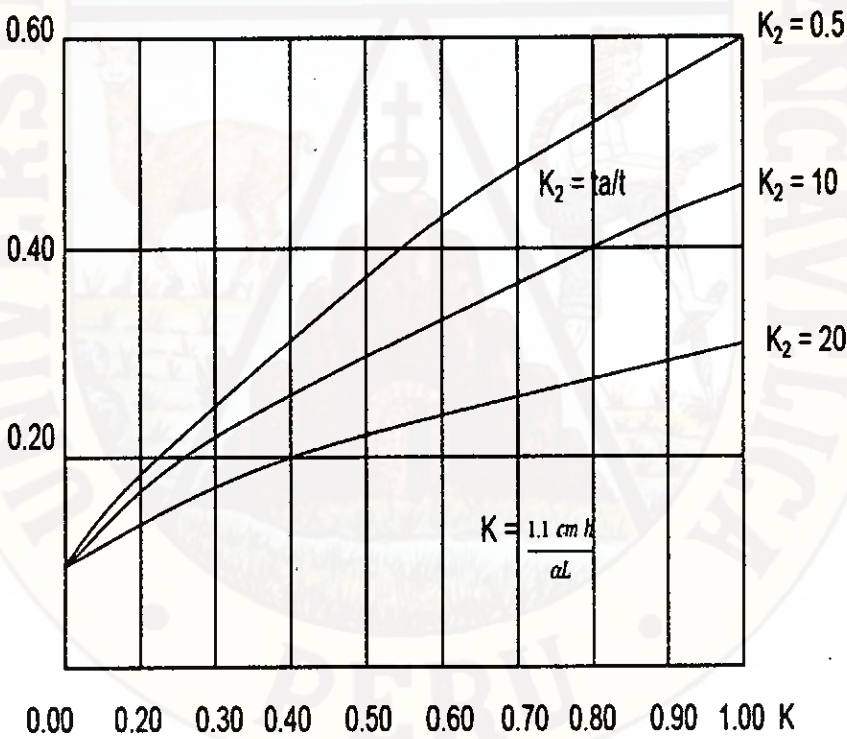
Tabla N° 4:  $\alpha$  Factor de Material

| ADOBE        | MORTERO             | $\alpha$ |
|--------------|---------------------|----------|
| Común        | Barro               | 1        |
| Estabilizado | Cemento – Arena 1:8 | 2        |

Gráfico N° 3

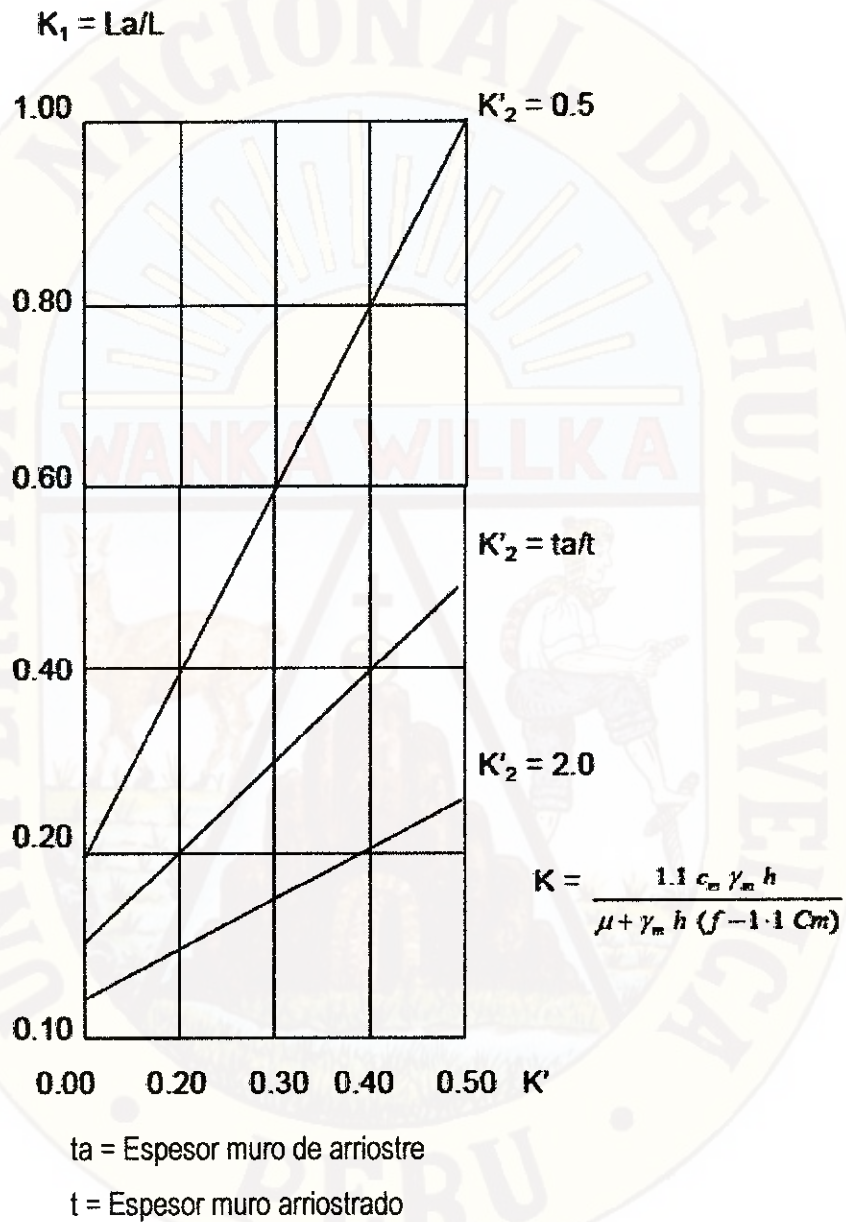
Verificación por volteo – Muro de Arriostre

$K_1 = La/L$



$t_a$  = Espesor muro arriostre  
 $t$  = Espesor muro arriostrado  
 $La$  = Longitud muro de arriostre  
 $L$  = Longitud muro arriostrado

**Gráfico N° 4**  
**Verificación por Corte – Muro de Arriostre**



Luego:  $K_1 = \frac{La}{L} \rightarrow la = K_1 \cdot L$

“**La**” es lo que se necesita de acuerdo al cálculo y se debe comparar con lo que diseñó el Arquitecto y no debe ser menor.



Para la elaboración del gráfico N° 4 se ha considerado que el muro lleva viga collar.

Para diseñar por corte:  $K' = \frac{1.1C_m\gamma_m h}{\mu + \gamma_m h(f - 1.1C_m)}$

Siendo:

$C_m$  = Coeficiente de diseño sísmico

$\gamma_m$  = Peso específico del muro

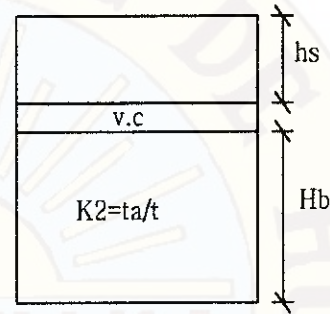
$\mu$  = Esfuerzo de adherencia

$f$  = Coeficiente de fricción

$$h = \frac{hb + hs}{2}$$

$hb$  = altura bajo la viga collar

$hs$  = altura sobre la viga collar o altura equivalente a sobrecarga.



Calculado  $K'$  vamos al gráfico N° 4, intersectamos con  $K'_2 = \frac{ta}{t}$ , y obtenemos  $K_1$  de donde despejamos  $La$ .

Por último comparamos  $La$  de volteo y de corte y tomamos el mayor.

### Viga solera

Sirve de arriostre al muro (arriostre horizontal superior) la carga horizontal que toma la viga solera es igual al peso del muro por el coeficiente sísmico.

Las vigas se diseñarán como doblemente apoyadas y no se recomienda diseñar como viga continua.

Obtenido el momento:  $M = \frac{1}{8}wt^2$ , calculamos el esfuerzo actuante. El esfuerzo admisible de la madera nacional varía de 80 a 100  $Kg/cm^2$ . La viga solera se diseñará para cumplir la función de amarre de todos los muros de la construcción y puede considerarse como una viga, apoyada en los muros transversales, sometida a una carga uniformemente repartida. Esta carga será la que transmite el muro al que sirve de amarre cuando es sometido a cargas perpendiculares a su plano.

## **2.3 HIPÓTESIS**

### **2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL**

La implementación de un diseño sísmico en construcciones de adobe, reduce el nivel de desastres sísmicos en el distrito de Congalla provincia de Angaraes – Huancavelica.

### **2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

- La adecuada manera en la reducción de desastres, debido a la aplicación de construcciones sismo resistentes, permitirá mitigar los desastres.
- En la medida que no se desarrollen acciones pertinentes para la prevención de desastres sísmicos, mayor será el deterioro de la infraestructura física de las viviendas.
- La determinación de la incidencia de desastres sísmicos, debido a la falta de prevención y capacitación para prevenir acciones emergentes.

## **2.4 VARIABLES DE ESTUDIO**

### **2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

El Diseño y análisis Sísmico.

### **2.4.2 VARIABLES DEPENDIENTES**

Reducción de Desastres.

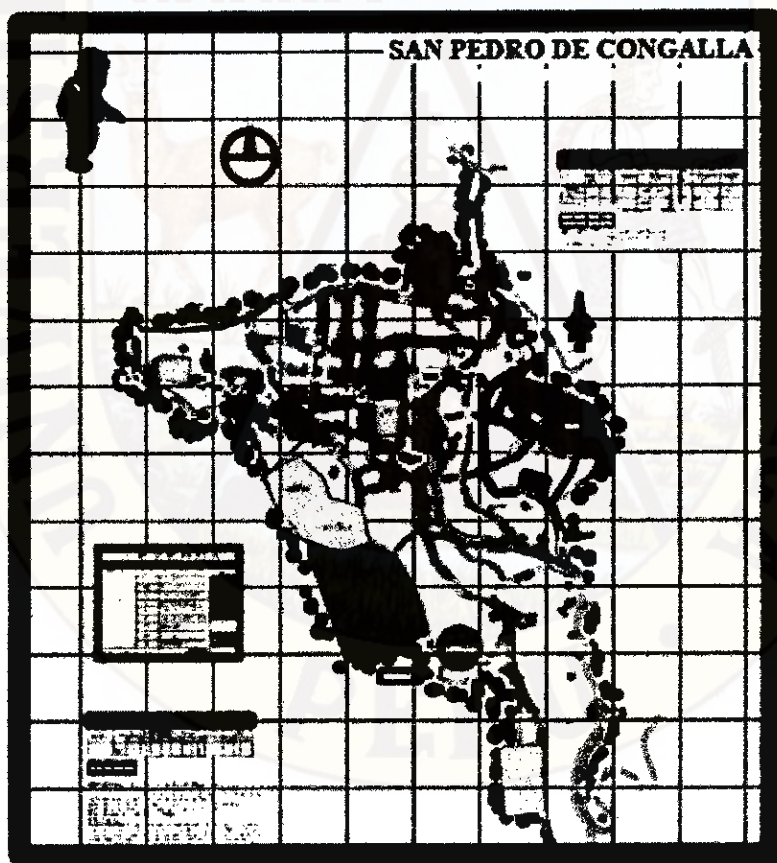
## CAPÍTULO III

### METODOLIGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 AMBITO DE ESTUDIO

El distrito de Congalla Cuenta con 904 habitantes en sector urbano al 2016, como base el censo 2007 con una tasa de crecimiento de 2.08%.

Vista del distrito de Congalla.



#### Ubicación Política

País : Perú  
Región : Huancavelica  
Provincia : Angaraes

Distrito : Congalla

### **Ubicación Geográfica**

Longitud este : 74° 29' 2" respecto al Meridiano de GRENWIC

Latitud Sur : 12° 57' 03" respecto a la línea ecuatorial.

### **Factores Geográficos**

#### **Altitud:**

En general el distrito de Congalla se encuentra a una altura de 3523 m.s.n.m.

#### **Temperatura:**

Su temperatura promedio es de 12,6 °C en la ciudad de Congalla; está ligada directamente al factor altitudinal, donde el promedio mensual mínimo es de 1°C, que se da en junio y que coincide con la época de menor pluviosidad. La temperatura máxima extrema es de 22.0°C que se presenta en octubre, que coincide con el inicio de la época de lluvias. Así también se tiene la temperatura promedio anual de 12°C.

### **Superficie Territorial**

La superficie distrital abarca 215.64 km<sup>2</sup>.

### **Delimitación Política**

#### **Limites**

- Norte : Colinda con el Distrito de Pomacocha de la Provincia de Acobamba.
- Sur : Colinda con el Distrito de Secclla.
- Este : Colinda con los Distritos de Julcamarca y Chíncho.
- Oeste : Colinda con el Distrito de Huancahuanca.

### **Topografía**

El distrito de Congalla presenta una topografía de relieves bien definidos las cuales pueden ser muy accidentados por la ubicación que se encuentra en la sierra Del Perú



donde se encuentra rodeado de cerros en la localidad de estudio.

### 3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de estudio de la presente investigación es la **APLICADA** Porque nos permite utilizar los conocimientos ya existentes para describir las situaciones y eventos, buscando especificar las propiedades importantes de fenómenos que se han sometidos a análisis.

### 3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

#### **Descriptivo – Correlacional**

**Descriptivo:** Cuando se señala cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno o evento, cuando se busca especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a estudiar.

**Correlacional:** Cuando se pretende hacer ver o determinar el grado de relación que pueden tener dos o más variables en una investigación.

### 3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En el proyecto de investigación, se aplicara el método Descriptivo donde apunta a estudiar el fenómeno en su estado actual y en su forma natural para luego registrarla para su posterior selección, análisis y explicación de los datos.

#### 3.4.1 MÉTODO DESCRIPTIVO

En este método se describen todas las actividades y procedimientos secuenciales (camino o medio) en el desarrollo del proyecto de tesis, especificando cada una de las actividades, los recursos requeridos y avance progresivo al realizar el estudio de tesis.

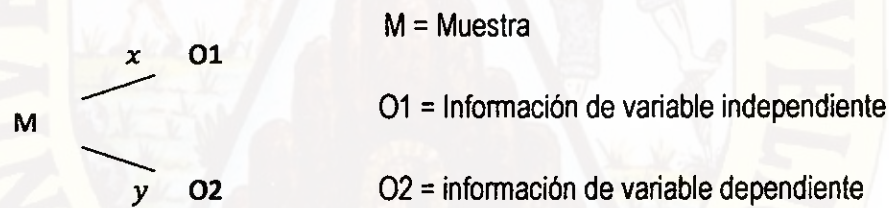
3.5 DISEÑO DE INVESTIGACION

El diseño de la investigación es la descripción simple la cual sigue de acuerdo al siguiente cuadro:

| Tipo de variable       | Nombre de la variable        | Indicadores                                     |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|
| Variable Independiente | El Diseño y Análisis Sísmico | 1. Previsión<br>2. Medidas<br>3. Acciones       |
| Variable Dependiente   | Reducción de desastres       | 4. Disminución<br>5. Deterioro<br>6. Minoración |

Donde:  
La variable independiente (x): El Diseño y Análisis Sísmico.  
La variable dependiente (y): Reducción de desastres.

Donde a la variable X se le hace una primera observación O1, luego a la variable y se le hace una segunda observación O2.



3.6 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

3.6.1 Población:

Para la siguiente investigación la población está constituida por las viviendas de adobe del Distrito de Congalla Provincia de Angaraes Región Huancavelica.

3.6.2 Muestra:

La muestra que presentamos es la de un diseño sísmico en construcciones de adobe de una vivienda de un solo piso.

### 3.6.3 Muestreo:

El muestreo que se utilizó en nuestra investigación es a través de un muestreo no probabilístico, intencional en forma directa.

## 3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 3.7.1 Técnicas de Investigación

**Información Indirecta.-** Recopilación de la información existente en fuentes bibliográficas (para analizar temas generales sobre la investigación a realizar), hemerográficas y estadísticas; recurriendo a las fuentes originales en lo posible: éstas fueron libros, revistas especializadas, periódicos escritos por autores expertos y páginas web de internet.

**Información Directa.-** Este tipo de información se obtuvo mediante la aplicación de encuestas en muestras representativas de las poblaciones citadas, cuyas muestras fueron obtenidas aleatoriamente; al mismo tiempo, se aplicaron técnicas de entrevistas y de observación directa con la ayuda de una guía debidamente diseñada.

### 3.7.2 Instrumentos

**La observación directa.-** Esta técnica nos permitió observar la calidad y condiciones de las viviendas de adobe y asimismo observar la calidad en el Diseño Sísmico de la Construcción, como se ejecuta realmente y cómo repercute en la prevención de desastres sísmicos en las zonas urbanas y rurales del lugar en estudio.

**La Investigación Documental.-** Esta parte está referida principalmente al conocimiento, que se obtuvo de los archivos y registros con la intención de constatar la veracidad de datos obtenidos por otras fuentes respecto a acciones ejecutadas en el pasado y así poder obtener información necesaria para el proyecto.

### **3.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para cumplir con los objetivos planteados, se hizo necesario utilizar las técnicas e instrumentos que facilitaron la elaboración del estudio. El trabajo se divide en dos etapas, empezando con una revisión bibliográfica y documentación del tema textos, normas, manuales entre otros y la segunda etapa donde se realizó la recolección de datos aplicando las fichas de observación, por último la realización de los cálculos estructurales.

#### **3.8.1 Recopilación de Información**

Durante esta etapa, se recopilaron todas las fuentes de información posibles, tanto primarias como secundarias, que tuvieran relación directa. Se recurrió a la recopilación de datos, a través de la consulta de textos, tesis y artículos.

#### **3.8.2 Aplicación de los Instrumentos**

Se realizó la aplicación de los instrumentos. Para lo cual se ubicó primero las viviendas en el Distrito de Congalla.

### **3.9 TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS**

En esta etapa se analizaron e interpretaron los datos obtenidos de la aplicación de instrumentos, se tabularon y procesaron. Para el procesamiento y análisis de datos, se utilizaron programas de computación muy conocidos como: Microsoft Excel 2010, Microsoft Word 2010, Microsoft Power point 2010 con la finalidad de realizar el manejo adecuado de los datos e información recolectada. Así mismo, se utilizará la estadística descriptiva: para la representación de los datos en tablas y gráficos estadísticos.



## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

### **4.1 PRESENTACION DE RESULTADOS**

En este capítulo se presenta las respuestas brindadas a la problemática de estudio, su aplicación mediante la Reducción de Desastres a través de un Diseño y análisis sísmico en construcciones de Adobe; y la observación realizada a las edificaciones de adobe.

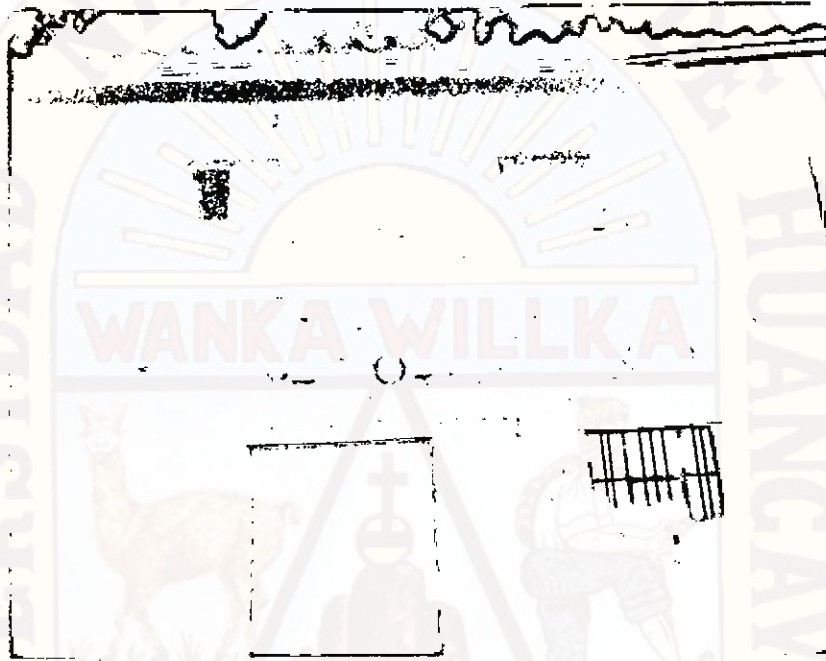
#### **4.1.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS VISITA A CAMPO.**

El distrito de Congalla está ubicado en la zona sísmica 3 y el número máximo de pisos permitidos es de 2 pisos según el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E. 080 Adobe). El gran desconocimiento de la población ha hecho que se construya viviendas de tres pisos sin refuerzo alguno, construidas sin ningún tipo de supervisión, elevando el nivel de vulnerabilidad.



Fotografía N° 01 – Vivienda de piedra y adobe de 3 pisos del Barrio de Carmen Alto

En la fotografía N° 01 se observa una vivienda de piedra y adobe de tres pisos, con cobertura liviana (calamina). Así mismo se observa una buena distribución de puertas y ventanas de acuerdo a las recomendaciones ing. Roberto Morales en "Diseño Sísmico de Construcciones de Adobe".



Fotografía N° 02 – Vivienda de adobe de 2 pisos

Viviendas como la que se ve en la fotografía N° 02 son las que existen en nuestra realidad, viviendas construidas tradicionalmente sin ninguna opinión técnica con alto grado de vulnerabilidad ante cualquier desastre natural.

Después de recorrer todos los barrios de Congalla, se puede manifestar que las viviendas de adobe identificados, en un porcentaje alto son construcciones la mayoría de dos pisos con alturas 3.00 a 3.50 m, construidas tradicionalmente por la población.



Fotografía N° 03 – Configuración Interna de una vivienda de adobe

En general se presentan vigas principales de troncos de eucalipto y viguetas secundarias de madera en el sentido transversal, estos cubiertos con calamina.



Fotografía N° 04 – Dinteles puertas y ventanas

Los vanos de las puertas y ventanas presentan dinteles constituidos por dos o más vigas de madera, las cuales se empotran en el muro a cada lado del vano, como se aprecia en la fotografía.



Fotografía N° 05 – Los adobes

Los adobes se fabricaron de barro más paja teniendo aproximadamente una dimensión de 50 cm de largo x 20 cm de ancho y 15 cm de alto. Del mismo modo el mortero utilizado para el asentamiento fue elaborado con barro y paja. La forma de asentamiento más representativa en los muros de las viviendas de adobe, está compuesta por adobes asentados en sogá.



Fotografía N° 06 – Cimiento para edificación de adobe



El cimio son de piedra y barro, de una altura de 0.50 m – 0.60 m con un espesor de 60cm a más. Según manifiestan los pobladores.



Fotografía N° 07 – Sobre cimio para una edificación de adobe

Sobre cimio de piedra y barro de una altura aproximadamente 1.00m a 1.20m del mismo espesor que los muros.



Fotografía N° 08 – Distinta textura y características físicas de los adobes

**4.1.2 PROPUESTA DE DISEÑO SÍSMICO EN VIVIENDA DE ADOBE**

**4.1.2.1 PROPUESTA DE UN DISEÑO SÍSMICO**

La propuesta de un diseño sísmico, se refiere a la aplicación de la teoría sísmica en el cálculo de una edificación de adobe, mediante el cual obtenemos el área de caña que debe tener en las esquinas, el área de caña vertical que debe tener en los muros, la cantidad de área que debe tener horizontalmente, así como la determinación de la viga solera y otros.

La idea es introducir en esta vivienda de adobe a la fuerza horizontal sísmica de tal manera que esta vivienda no colapse frente a la ocurrencia de un sismo severo, debido a que la vivienda es capaz de disipar la energía que trae un sismo.

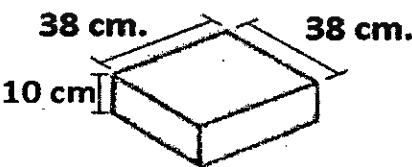
La vivienda de adobe sísmico que se propone ha tenido en consideración la extensión de terreno que poseen los campesinos peruanos, así como las personas que se dedican a la agricultura y personas en general.

Por ello la vivienda de adobe sísmico que se propone consta de lo siguiente:

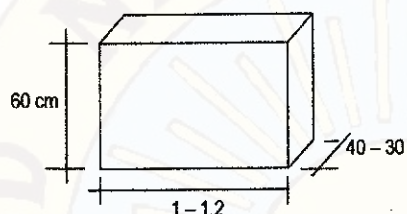
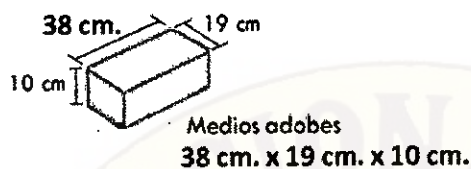
De un solo piso, teniendo 3.50m. de altura en la cumbrera.

- Área de terreno : 40 m<sup>2</sup>
- Área libre : 18 m<sup>2</sup>..... 45 %
- Área construida : 22 m<sup>2</sup>

Se adjunta, un juego completo de planos generales de una vivienda de adobe sísmica ver en los anexos.

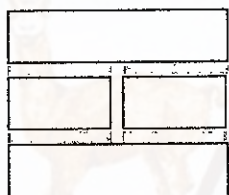


Tamaño del adobe



El adobe tipo tapia o adobón  
puede ser usados en otros  
proyectos

**Fuente Propia: Figura. N° 33: Dimensiones de adobe a utilizar**



Juntas horizontales y verticales en cm.

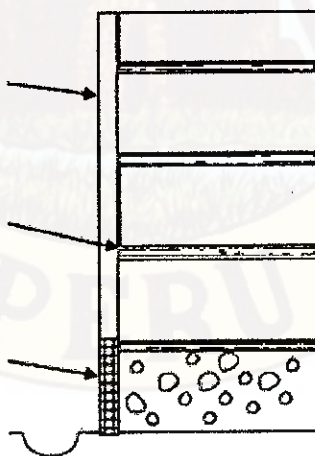
Con el mismo barro del adobe pero sin  
piedras con paja para el presente  
proyecto.

Mortero Tipo I Cemento: Arena 1:10  
Espesor. 2 cm

Muro exterior estocar  
con barro 1cm

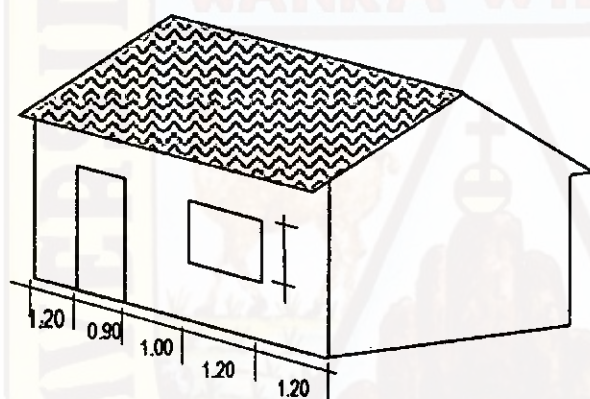
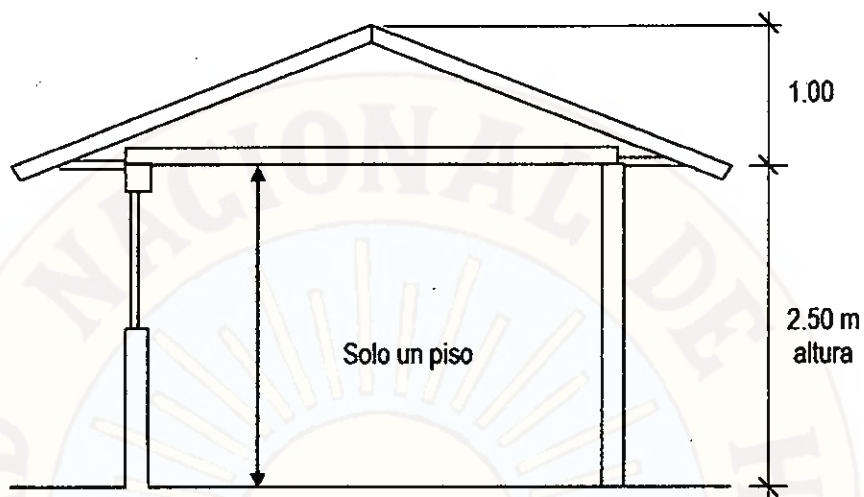
Dejar húmedo el barro  
para que pegue bien  
el estocado

Estocado con  
cimento y arena  
sobre malla de  
gallinero



Protección del cerco  
con piedra más paja  
y barro en la parte  
superior, la lluvia no  
lo malogra

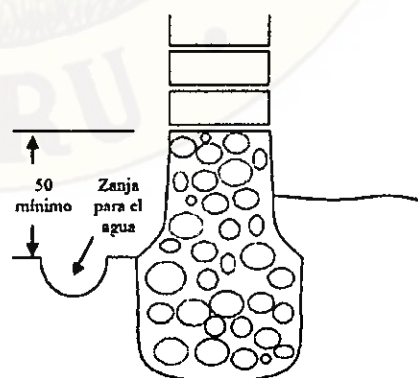
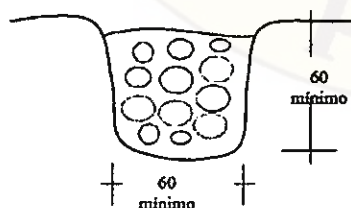
**Fuente Propia: Figura. N° 34: Especificación de colocación y protección de muro de adobe.**



- Pocas aberturas
- Bastante pared
- Distancias minimas
- Colocar abertura en la pared más larga (en lo posible)
- Habitaciones más cuadradas

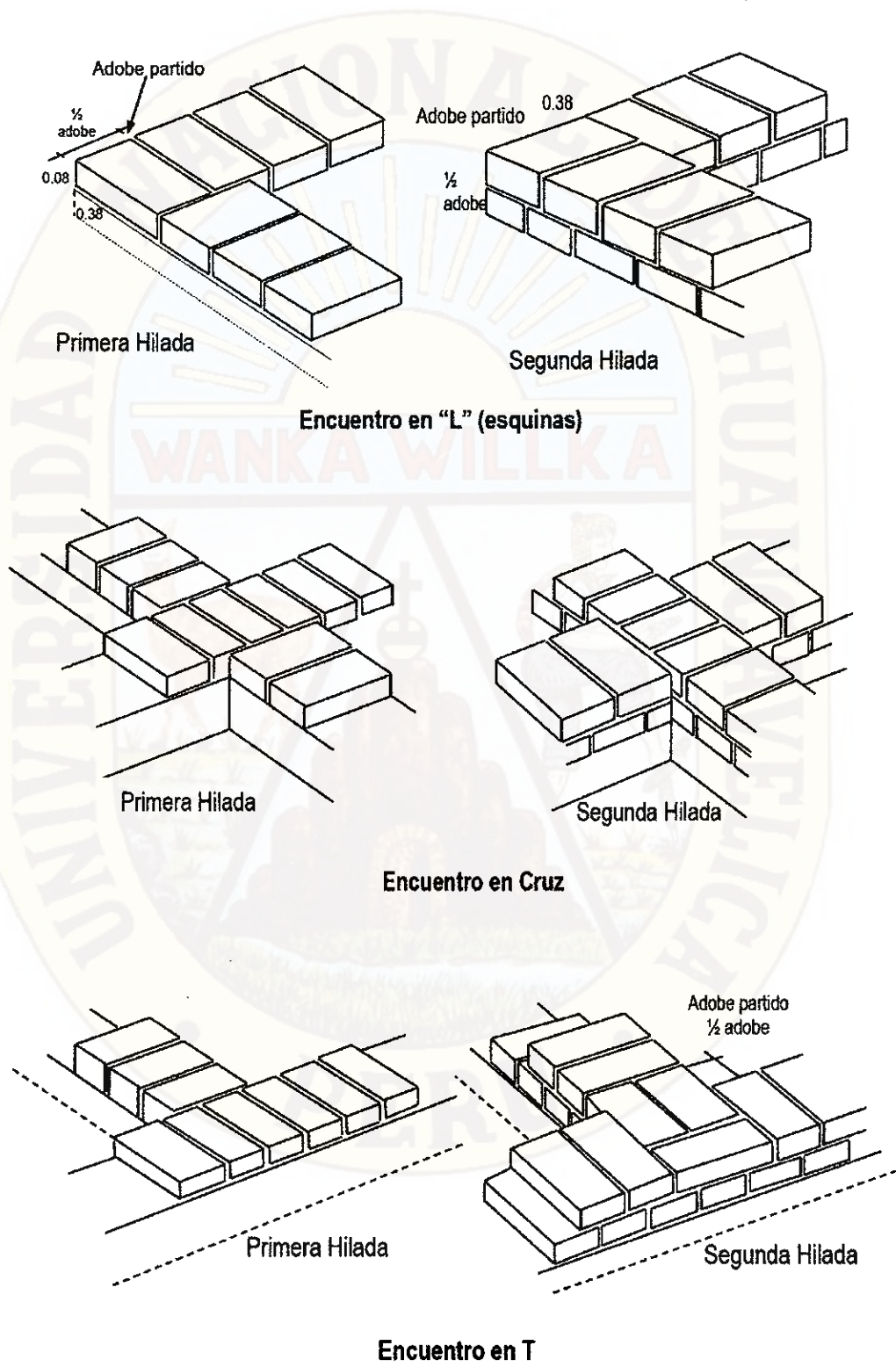
## CIMENTOS

Barro + piedra

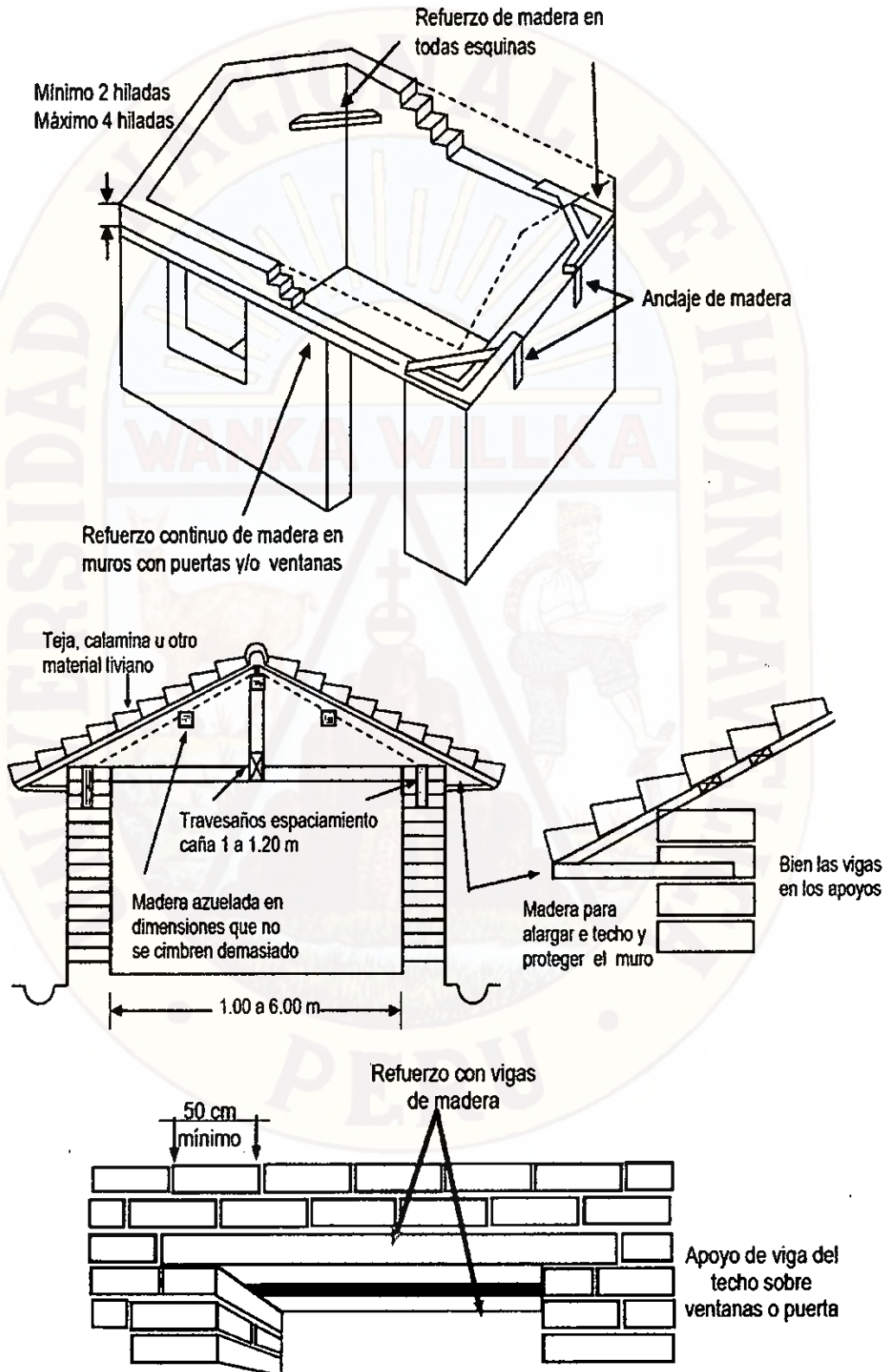




ENCUENTROS DE MUROS



## REFUERZO EN LA COSNTRUCCION



#### 4.1.2.2 DISEÑO SISMICO DE UNA VIVIENDA DE ADOBE

##### VERIFICACIÓN POR CAPACIDAD PORTANTE (MURO BAJO CARGA VERTICAL)

$$f_m = \phi_r \phi_c \phi_e \phi_l f'_m$$

Considerando:

$$\phi_r = 0.81$$

$$\phi_c = 0.69 \quad \rightarrow \quad \phi_r \phi_c \phi_e = 0.43$$

$$\phi_e = 0.77$$

El valor de  $f_m = 0.43 \phi_l f'_m$

$\phi_l \rightarrow$  se determina del grafico N° 1 el factor de esbeltez

Cálculo previo:

$$\alpha = \frac{E}{f'_m} \text{ de la tabla N° 1}$$

$$E = 1700 \text{ kg/cm}^2 \text{ (adobe simple)}$$

$$f'_c = 8 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = \frac{1700}{8} = 212.5$$

Relación de esbeltez  $\frac{KL}{t}$

$$K = 1 \quad \text{Columna biarticular equivalente}$$

$$L = 1.96m \quad \text{Altura de muro}$$

$$T = 0.38m \quad \text{Espesor de muro}$$

$$\frac{KL}{t} = \frac{1 \times 1.96}{0.38} = 5.15$$

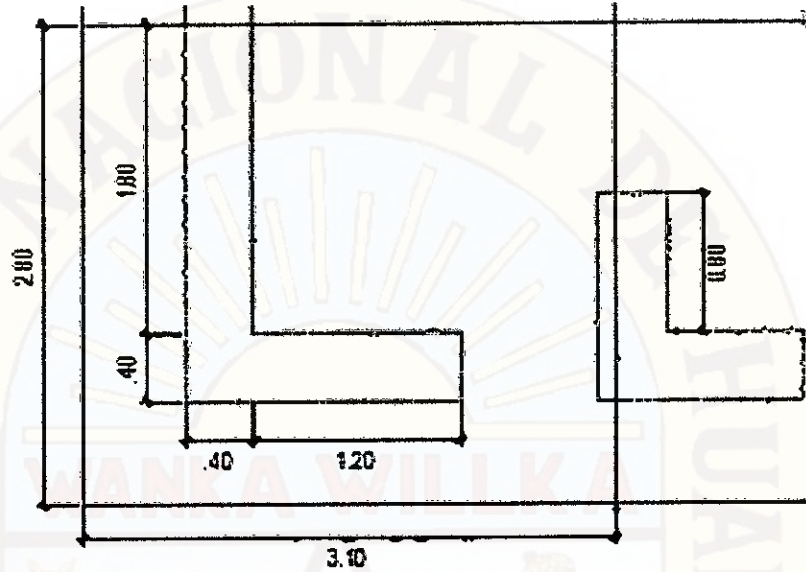
Del gráfico N° 1  $\phi_l \cong 0.98$

$$f_m = 0.43 \times 0.98 \times 8 = 3.37 \text{ kg/cm}^2$$

**Esfuerzo Admisible del muro.**

## METRADO DE CARGAS

1º Carga de Techo



$$pp = 40 \text{ kg/m}^2 \quad \text{Techo}$$

$$s/c = 30 \text{ kg/m}^2 \quad \text{Según reglamento, por ser techo liviano}$$

$$W_t = 70 \text{ kg/m}^2$$

$$Pt = \text{Peso de Techo} = 70 \text{ kg/m}^2 \times 2.80 \text{ m} \times 3.1 \text{ m} = 608 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total del muro} = P_m$$

$$P_m = \gamma_m \times l \times h \times e$$

$$\gamma_m = 1700 \text{ kg/m}^3 \quad \text{Para adobe simple}$$

$$P_m = 1700 \text{ kg/m}^3 \times 1.60 \text{ m} \times 2.20 \text{ m} \times 0.38 \text{ m} = 2,274 \text{ kg}$$

$$P_{total} = P_{techo} + P_{muro}$$

$$P_{total} = 608 + 2,274 = 2,882 \text{ kg}$$

Carga unitaria

$$\sigma = \frac{2,882}{1.60 \times 0.38} = 4,740 \text{ kg/m}^2 \cong 0.47 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 0.47 \text{ kg/cm}^2 < f_m = 3.37 \text{ kg/m}^2$$



**Interpretación:** el esfuerzo que actúa es menor al esfuerzo admisible del muro, por lo tanto está bien.

### **VERIFICACIÓN POR CORTANTE (CARGAS HORIZONTALES COPLANARES)**

Los muros paralelos al sismo trabajan al corte.

El esfuerzo cortante actuante en un muro está dado por la expresión:

$$V_{act} = \frac{V}{Lt} \text{ ó } \frac{H}{bd}$$

$V_{act}$  = Esfuerzo cortante actuante

$V$  ó  $H$  = Carga Horizontal

$L$  ó  $b$  = Longitud de muro

$t$  ó  $d$  = Espesor del muro

$H = Cm \times P$

Se puede tomar el coeficiente sísmico  $Cm = 0.24$  (para adobe simple con refuerzo de caña).

$$Cm = \frac{Z \times U \times S \times C}{Rd}$$

$Z = 3$  porque la casa está en Huancavelica

$U = 1$  por ser categoría C (viviendas y otras edificaciones comunes)

$S = 1.2$  por ser tipo II

$C = 0.15$  conservadoramente

$Rd = 2$

$$Cm = \frac{3 \times 1 \times 1.2 \times 0.15}{2} = 0.27$$

$\therefore Cm = 0.24$

$pp = \text{peso propio} = 40 \text{ kg/m}^2$  Techo

$s/c = \text{sobrecarga} = 30 \text{ kg/m}^2$  Según reglamento, por ser techo liviano

Y como Para sismo se forma el 25% de la sobrecarga

$$S/c = 30 \text{ kg/m}^2 \times 0.25 = 7.5 \text{ kg/m}^2$$

Osea:

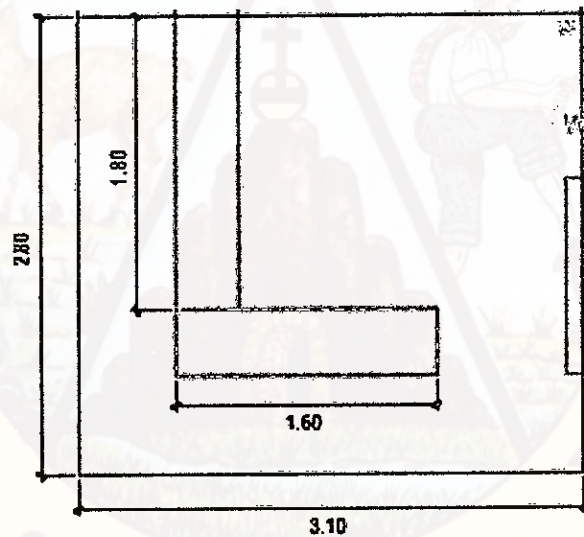
$$pp = 40 \text{ kg/m}^2 \quad \text{Techo}$$

$$s/c = 7.5 \text{ kg/m}^2 \quad \text{Según reglamento, por ser techo liviano}$$

$$W_t = 47.5 \text{ kg/m}^2 \quad \text{Peso de techo unitario}$$

$$P. \text{techo total} = 47.5 \text{ kg/m}^2 \times 2.80 \text{ m} \times 3.10 \text{ m} = 412.3 \text{ kg}$$

$$P. \text{muro} = \text{Peso del muro eje } x + \text{peso del muro eje } y$$



Peso del muro eje x

$$1700 \text{ kg/m}^3 \times 1.60 \text{ m} \times 2.29 \text{ m} \times 0.38 \text{ m} = 2367 \text{ Kg}$$

Peso del muro eje y

$$1700 \text{ kg/m}^3 \times 1.80 \text{ m} \times 3.33 \text{ m} \times 0.38 \text{ m} = 3872 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso del muro} = 2367 + 3872 = 6239 \text{ kg.}$$

$P = \text{Peso techo total} + \text{Peso del Muro} = 412.3 + 6239 = 6651.3 \text{ Kg.}$

$H = Cm \times P = 0.24 \times 6651.3 = 1,596 \text{ Kg.}$

$$V_{act} = \frac{H}{b \times d} = \frac{1596 \text{ Kg}}{1.60m \times 0.38m} = 2625 \frac{\text{kg}}{m^2} = 0.26 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo cortante admisible está dada por la expresión:

$$V_{adm} = 0.45(\mu + f \times \sigma)$$

$V_{adm}$  = Esfuerzo admisible

$\mu$  = Esfuerzo de adherencia

$f$  = Coeficiente de fricción

$\sigma$  = Compresión unitaria normal al plano de corte.

Para adobe simple asentado con mortero de barro con paja tenemos:

$$\mu = 0.24 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f = 1.34$$

$\sigma = 0.47 \text{ Kg/cm}^2$  (Calculado anteriormente como esfuerzo actuante)

$$V_{adm} = 0.45 (0.24 + 1.34 \times 0.47) = 0.39 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} V_{act} &= \text{Esfuerzo cortante actuante} = 0.26 \text{ kg/cm}^2 \leq V_{adm} \\ &= \text{Esfuerzo cortante admisible} = 0.39 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

**Está bien!**

### VERIFICACIÓN POR FLEXIÓN

(Muros con cargas perpendiculares a su plano)

El espesor del muro sujeto a cargas perpendiculares a su plano está dado por la expresión:

$$t = \frac{6\beta C_m \times \gamma_m \times a^2}{fa}$$

$t$  = Espesor del muro

$\beta$  = Coeficiente (gráfico N° 2)

$C_m$  = Coeficiente sísmico de diseño = 0.24

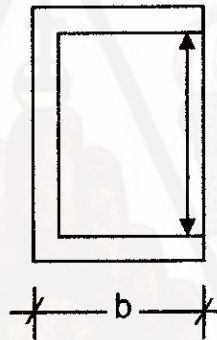
$\gamma_m$  = Peso específico del muro = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

$a$  = Dimensión crítica

$fa$  == Esfuerzo admisible en flexión = 0.30 kg/cm<sup>2</sup>

Tabla N° 3

**1ro Muro con 3 bordes arriostrados**



$a$  = borde libre = 1.86 m

$b$  = la otra dimensión = 1.60 m

$$\frac{b}{a} = \frac{1.60}{1.86} = 0.86 \rightarrow \beta = 0.1025$$

$$t = \frac{6 \times 0.1025 \times 0.24 \times 1700 \times 186^2}{0.30 \times 100 \times 100 \times 100} = 30 \text{ cm}$$

$t_{\text{necesario}} = 30 \text{ cm} < e = 38 \text{ cm}$       **Está bien.**

**2º Muro con dos (2) bordes arriostrados (Muro sobre viga collar)**





$$a = 30\text{cm} = 0.30\text{m}$$

$$\beta = 0.50$$

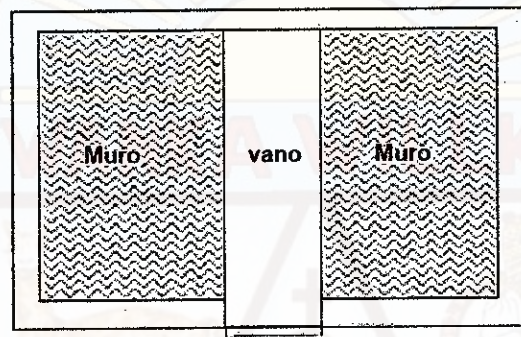
(Del grafico N° 02)

$$t = \frac{6 \times 0.50 \times 0.24 \times 1700 \times 30^2}{0.30 \times 10^6} = 4\text{cm}$$

$$t_{\text{necesario}} = 4\text{cm} < e = 38\text{cm}$$

Está bien.

### 3° Muro con 4 bordes arriostrados



$$a = 1.86\text{m}$$

Menor longitud

$$b = 4.20\text{m}$$

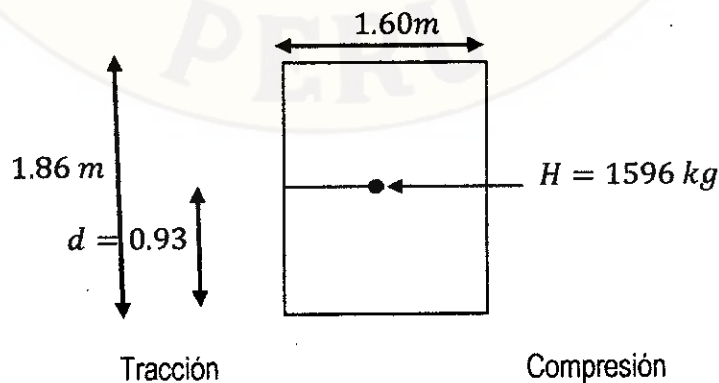
$$\frac{b}{a} = \frac{4.20}{1.86} = 2.3 \rightarrow \beta = 0.075$$

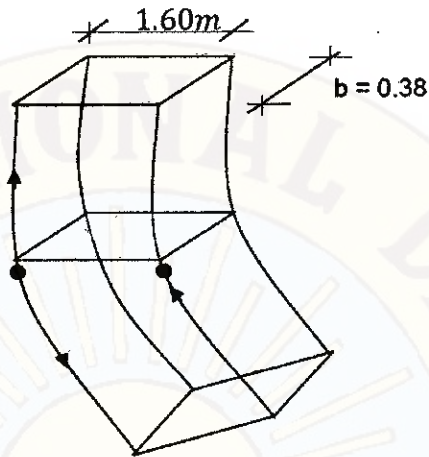
$$t = \frac{6 \times 0.075 \times 0.24 \times 1700 \times 186^2}{0.30 \times 10^6} = 22\text{cm}$$

$$t_{\text{necesario}} = 22\text{cm} < e = 38\text{cm}$$

Está bien.

### CHEQUEO POR VOLTEO





$$M = H \times d = 1,596 \text{ kg} \times 0.93\text{m} = 1,484.28 \text{ Kg} - \text{m}$$

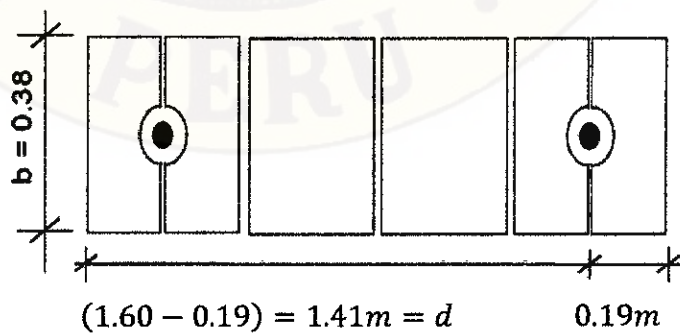
Esfuerzo de tracción:

$$f_t = \frac{Mc}{I} \left\{ \begin{array}{l} I = \frac{bh^3}{12} \\ c = \frac{h}{2} \end{array} \right.$$

$$f_t = \frac{M \frac{h}{2}}{\frac{bh^3}{12}} = f_t = \frac{6M}{bh^2} \left\{ \begin{array}{l} b = 0.38\text{m} \\ h = 1.60\text{m} \end{array} \right.$$

$$f_t = \frac{6 \times 148428 \text{ kg} - \text{cm}}{38 \text{ cm} \times 160^2 \text{ cm}^2} = 0.9 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Area caña} = \frac{M}{f_{s.j.d}} \quad f_s = 250 \text{ Kg/cm}^2$$



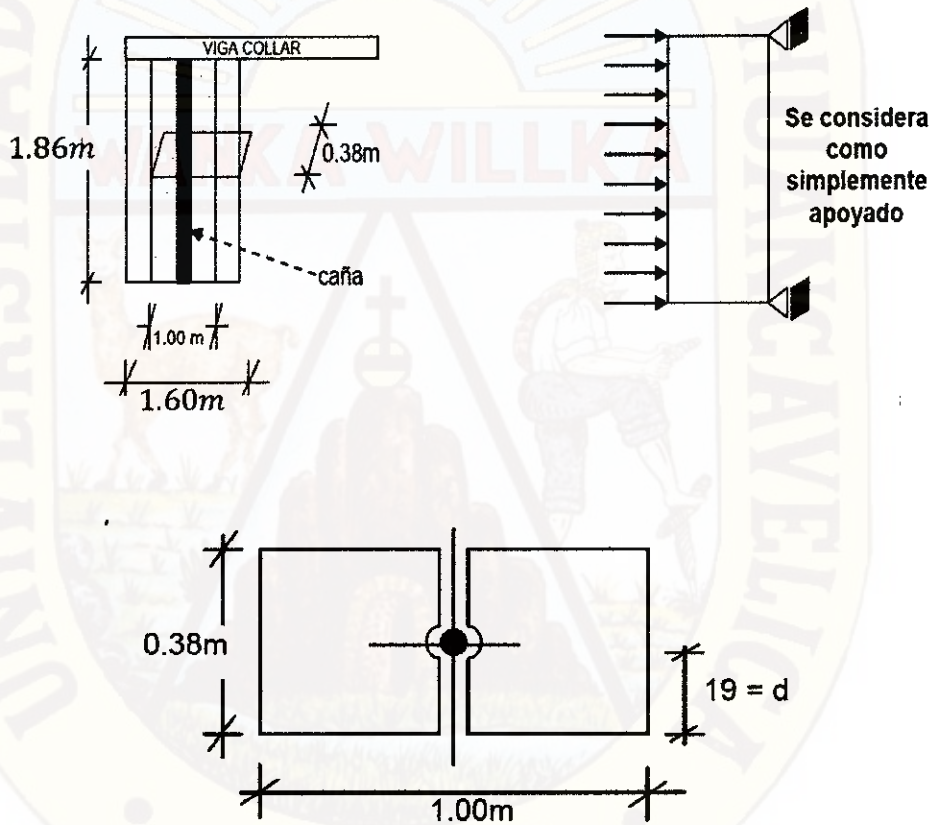
$$A_{caña} = \frac{148428 \text{ Kg} - \text{cm}}{250 \text{ Kg/cm}^2 \times 0.87 \times 141} = 4.84 \text{ cm}^2$$

**1 caña de Ø 1" tiene 2.54 cm<sup>2</sup>**

Así se determina la caña en los extremos por volteo:

**2 cañas de Ø 1"**

### MURO CON REFUERZO VERTICAL DE CAÑA



Se sabe:

$$H = Cm \times P$$

$$P = \gamma m \times \text{area} = 1700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.00\text{m} \times 0.38\text{m} = 646 \text{ kg/m}$$

$$H = 0.24 \times 646 \text{ kg/m} = 155 \text{ kg}$$

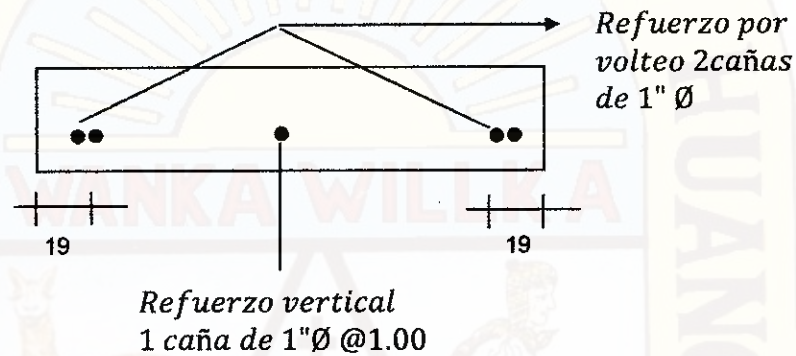
$$W = 155 \text{ kg/ml}$$

$$M = \frac{1}{8} W l^2 = \frac{1}{8} \times (155 \text{ kg/ml}) \times (1.86 \text{ ml})^2$$

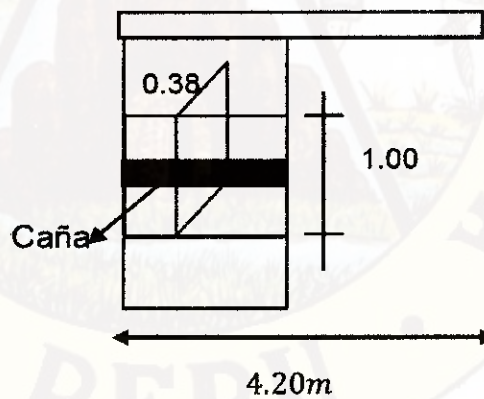
$$M = 67 \text{ kg} - \text{ml}$$

$$\text{Area caña} = \frac{M}{f_{s.j.d}} = \frac{6700 \text{ Kg} - \text{cm}}{250 \text{ kg/cm}^2 \times 0.87 \times 19 \text{ cm}}$$

$$\text{Area caña} = 1.62 \text{ cm}^2/\text{ml} = 1 \text{ caña } \varnothing 1" @ 1.00 \text{ ml}$$



#### MURO CON REFUERZO HORIZONTAL DE CAÑA



$$H = C m \times P$$

$$P = \gamma m \times \text{area} \times \text{Altura}$$

$$P = 1700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.00 \text{ m} \times 0.38 \text{ m} \times 1.00 = 646 \text{ kg/m}$$

$$H = 0.24 \times 646 \text{ kg/m} = 155 \text{ kg}$$

$$W = 155 \text{ kg/ml}$$



$$M = \frac{1}{8} W l^2 = \frac{1}{8} \times (155 \text{ kg/ml}) \times (4.20 \text{ ml})^2$$

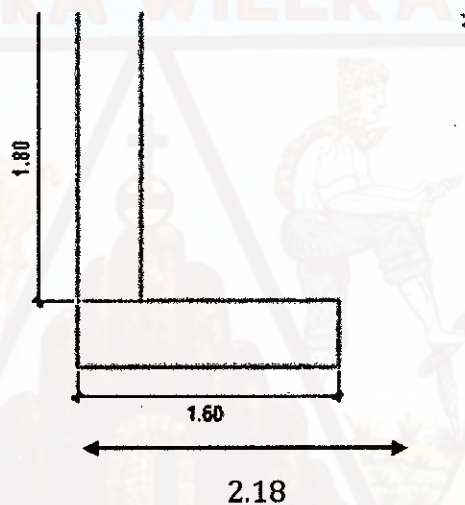
$$M = 342 \text{ kg} - \text{ml}$$

$$\text{Area caña} = \frac{M}{f s . j . d} = \frac{34200 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}}}{\frac{250 \text{ kg}}{\text{cm}^2} \times 0.87 \times 19 \text{ cm}}$$

$$\text{Area de caña} = 8.3 \text{ cm}^2 / \text{ml}$$

Usaré 3 cañas cada 3 hiladas en ambas caras. @ .36m

**DISEÑO DE PARED CON PARED** (Debido al cortante por sismo)



La fuerza sísmica es

$$H = 0.24 P$$

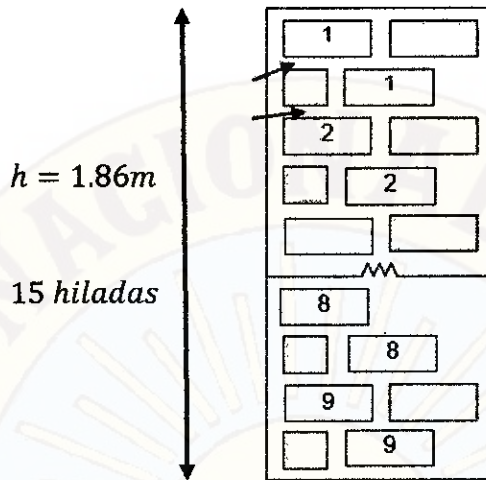
$$P = 1700 \times 1.86 \times 0.38 \times 2.18$$

$$P = 2619 \text{ kg}$$

$$H = 0.24 \times 2619 = 629 \text{ Kg.}$$

Calculo de  $V_{adm}$ :

$$V_{adm} = 0.45(\gamma + f\sigma)$$



Área de corte

9 adobes con 2 áreas de corte de  $15 \times 38 \text{ cm}$

$$\text{Área de corte} = (9 \times 2 + 1 \times 1) \times 19 \times 38 = 19 \times 19 \times 38 \text{ cm}^2$$

Calculo de  $\sigma$ :

$$\sigma = 1700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1.86m}{2} = 1581 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = 0.16 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Como: } \mu = 0.12 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f = 0.67$$

Tenemos:

$$V_{adm} = 0.45(0.12 \text{ Kg/cm}^2 + 0.67 \times 0.16 \text{ Kg/cm}^2)$$

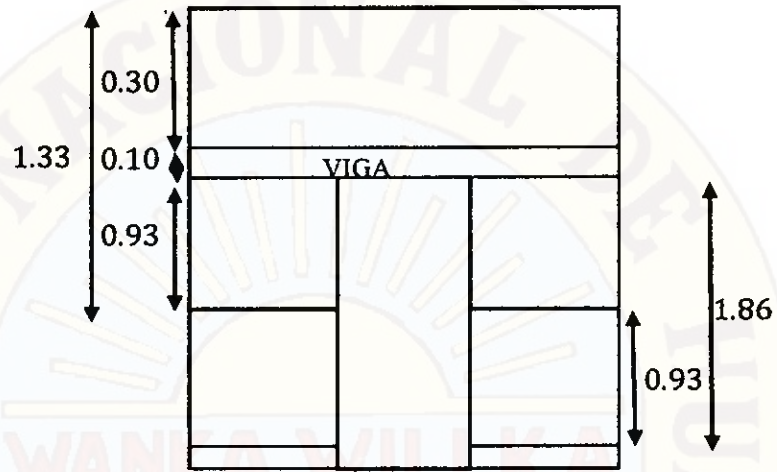
$$V_{adm} = 0.10 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_{adm} = \frac{H}{\text{Area de corte}} = \frac{629 \text{ Kg}}{19 \times 19 \times 38 \text{ cm}^2} = 0.05 \text{ Kg/cm}^2$$

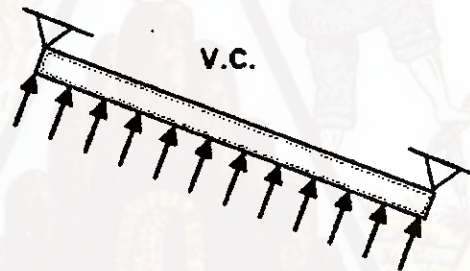
$$V_{adm} = 0.05 \text{ Kg/cm}^2 < V_{adm} = 0.10 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Está bien.}$$

Para mejor unión de los muros en sus encuentros, se debe amarrar entre si las cañas que se cruzan.

### VIGA SOLERA (VIGA COLLAR)



La viga solera está apoyada en los muros transversales y sometidos a la fuerza horizontal.



Seria:

$$H = 0.24P$$

$$P = P_{\text{muro}} + P_{\text{techo}}$$

$$P_{\text{muro}} = 1700 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 1.33\text{m} \times 0.38\text{m} \times 1 = 859\text{Kg/ml}$$

Son 859.18 kg. Que se ha considerado por ml de viga collar

$$pp = 40\text{kg/m}^2$$

$$25\%s/c = 0.25 \times 30\text{kg/m}^2 = 7.5\text{kg/m}^2$$

$$P_{techo} = \left( pp + 25\% \frac{S}{c} \right) \times area = \frac{47.5kg}{m^2} \times \frac{5m}{2} \times 1m$$

$$= 118.75kg/ml \cong 119kg/ml$$

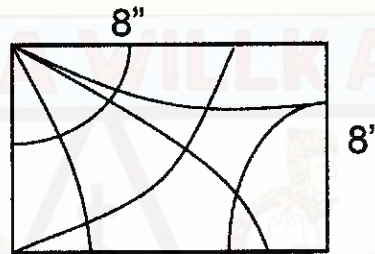
$$P_{techo} = 119 kg/m$$

$$P = 859 + 119 = 978 kg/ml$$

$$H = 0.24 \times 978 = 235 kg/ml$$

$$M_{\max(+)} = \frac{1}{8} W l^2 = \frac{1}{8} (235)(4.40)^2 = 569 kg - m$$

Asumiendo:



20cm x 20cm

$$f_{a_{act.madera}} = \frac{Mc}{I} \left\{ \begin{array}{l} I = \frac{bh^3}{12} \quad c = \frac{h}{2} \\ f_a = \frac{Mh/2}{\frac{bh^3}{12}} = \frac{6M}{bh^2} \end{array} \right.$$

$$f_{a_{act.madera}} = \frac{6 \times 56900 Kg/cm}{20cm \times 20^2 cm^2} = 43 kg/cm^2$$

$$f_{a_{act.madera}} = \frac{80kg}{cm^2} > f_{a_{act.madera}} = 43 kg/cm^2$$

Está Bien.



#### **4.2. DISCUSIÓN.**

En el Distrito de Congalla de la Provincia de Angaraes existen viviendas de adobe, viviendas de tapial, viviendas con adobe y tapial, la discusión se da bajo los motivos de construcción si fue acuerdo al reglamento nacional de edificación RNE norma E.080 o si fue por motivo de economía, hay viviendas que se encuentran en buen estado de conservación, como otras en estado poco bueno de conservación, hay que señalar que las características observadas de las viviendas se asemejan a lo estipulado en el reglamento.

Al realizar la investigación mediante entrevista y/o sondeo los pobladores mencionan que la construcción de sus viviendas lo hicieron en su mayoría ellos mismos aduciendo el desconocimiento de alguna norma o reglamento para la construcción de viviendas con adobe, esto debido al menor costo económico que requiere una vivienda de adobe en comparación a una vivienda de concreto armado.

Desde ya las construcciones realizadas por los pobladores no garantizan seguridad en cuanto a sismos, son vulnerables ante cualquier movimiento telúrico motivo por el cual las autoridades deberían prestar atención a las viviendas.

## CONCLUSIONES

- La implementación de un diseño sísmico en construcciones de adobe, reduce el nivel de desastres sísmicos en el distrito de Congalla provincia de Angaraes – Huancavelica.
- La adecuada manera en la reducción de desastres, debido a la aplicación de construcciones sismo resistentes, permitirá mitigar los desastres.
- En la medida que no se desarrollen acciones pertinentes para la prevención de desastres sísmicos, mayor será el deterioro de la infraestructura física de las viviendas.

## RECOMENDACIONES

- Las autoridades deben generar mecanismos y/o estrategias en asesoramiento hacia los pobladores para la construcción de viviendas de adobe, para zonas como lo estudiado que es el Distrito de Congalla.
- Las autoridades deben de participar de manera efectiva en la implementación de medidas adecuadas de prevención.
- Las autoridades deben generar un plan de desarrollo urbano contemplando las características de las viviendas de la zona y así en función a ello determinar la vulnerabilidad del sector con lo cual se pueda tener estrategias de prevención.
- Los proyectos deben estar articulados a estrategias de desarrollo para lograr la integralidad y consolidar la sostenibilidad de las viviendas.
- Poner en práctica el estudio como una experiencia piloto en algunos sectores de la población con el apoyo de las autoridades locales y regionales.
- Que las instituciones gubernamentales relacionadas con el tema de estudio adopten las medidas tendientes en planes y programas para su ejecución en las zonas de mayor sensibilidad.
- Dada las características de la geografía y del territorio nacional, se hace imprescindible desarrollar e implementar este tipo de estudios para lograr y prevenir acciones emergentes.

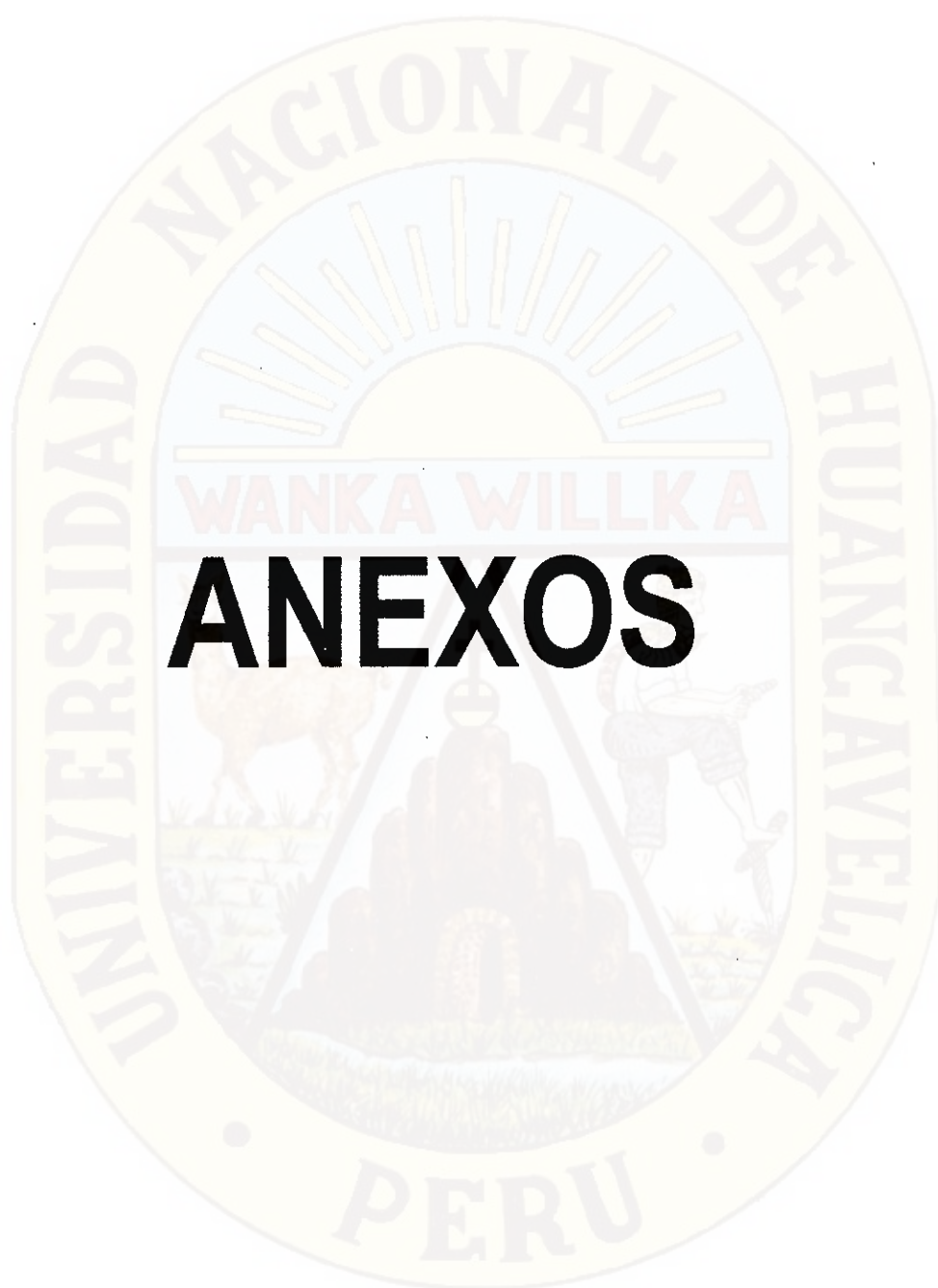
## **BIBLIOGRAFÍA**

- ✓ **JULIO KUROIWA, ERNESTO DEZA Y HUGO JAÉN** "Investigación sobre el terremoto de Perú de 31 de mayo, 1970", 5ª Conferencia Mundial sobre Ingeniería Sísmica, Roma, Junio de 1973.
- ✓ **FÍNTELA Mark**, "La resistencia a terremotos Filosofía, ductilidad y detalles". Publicación ACI SP-36, Respuesta de estructuras de hormigón de varios pisos a fuerzas laterales 1,973.
- ✓ **MORALES MORALES, Roberto (Ing.); YAMASHIRO KAMIMOTO, Ricardo (Dr.); SÁNCHEZ OLANO, Alejandro** "Investigación Experimental de Construcciones de adobe y Bloque Estabilizado".
- ✓ **VERA GUTIÉRREZ Rodolfo.** (1972) "Estudio sobre Losas de Suelo – Cemento reforzadas con Carrizo y Encuentros de Muros de Adobe", Tesis de Ingeniería Civil, UNI.
- ✓ **ECHAZÚ PERALTA, J F**, "Estudio del suelo-cemento y de la Caña de Guayaquil – Parte 1". Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería 1971.
- ✓ **GUANILO GARCÍA Horacio A.** (1974). Estudio de Muros de Adobe Sometidos a Cargas Horizontales – Parte (b), Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería.
- ✓ **HIDALGO PENADILLO, Nemesia.** (2000) Educación ambiental y calidad de vida del poblador de Chosica. Trabajo de Investigación UNE.
- ✓ **MASKREY, Andrew.** (2001) Manejo popular de los desastres naturales. Ed. ITDG. Lima.
- ✓ **MOROMI Isabel.** (1971) Estudio de Vigas de Suelo-Cemento Reforzadas con Caña de Guayaquil y de Modelos de Muros de Adobe sometidos a Cargas Perpendiculares a su Plano. Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería.
- ✓ **RUIZ BOTTO, Jorge H.** (1972) Desastres Naturales en el Perú.



## Páginas Web

- ✓ [www.CivilGeeks.com](http://www.CivilGeeks.com)
- ✓ [www.sencico.gob.pe](http://www.sencico.gob.pe)
- ✓ [http://es.wikipedia.org/wiki/diseño\\_sismoreistente\\_adobe](http://es.wikipedia.org/wiki/diseño_sismoreistente_adobe)
- ✓ <http://www.habitat.aq.upm.es/boletin/n16/aefer.html>
- ✓ <http://www.copasa-gtz.org.pe/problematicdedesastres.html>
- ✓ <http://www.paginasamarillas.com.pe/s/estudio-de+suelos>
- ✓ <http://www.aicendcperu.com/data/Estudio%20de%20Impacto%20ambiental%20del%20proyecto/Apendice/Apendice%20C%20-%20Suelos.pdf>
- ✓ <http://estudiogeotecnicojei.blogspot.com/2009/03/estudio-de-suelos.html>
- ✓ <http://www.construaprende.com/foros/todo-sobre-estudio-de-suelos-vt1358.html>
- ✓ [http://bvpad.indec.gov.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Piura/piura/castilla\\_ems-mp.pdf](http://bvpad.indec.gov.pe/doc/estudios_CS/Region_Piura/piura/castilla_ems-mp.pdf)
- ✓ <http://progein.blogspot.com/2007/06/modelos-de-produccion-de-calidad-en-los.html>
- ✓ <http://es.wikipedia.org/wiki/Cimentaci%C3%B3n>
- ✓ <http://html.rincondelvago.com/cimentacion.html>
- ✓ [http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/lima/04\\_Ing.%20Manuel%20Olcese%20Francero.pdf](http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/lima/04_Ing.%20Manuel%20Olcese%20Francero.pdf)
- ✓ [http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a\\_labgeo/labgeo26\\_p.pdf](http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a_labgeo/labgeo26_p.pdf)



# ANEXOS



**MATRIZ DE  
CONSISTENCIA**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**I. TÍTULO: “DISEÑO Y ANALISIS SISMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA”**

| FORMULACIÓN DE PROBLEMA                                                                                                                                                                                                              | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                      | SISTEMA DE HIPÓTESIS                                                                                                                                                                                        | VARIABLE                                                                                                                              | METODOLOGÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROBLEMA GENERAL</b><br><br>• ¿En qué medida la implementación de un diseño y análisis sísmico en construcciones de adobe, reduce el nivel de desastres sísmicos en el distrito de Congalla Provincia de Angaraes - Huancavelica? | <b>OBJETIVO GENERAL</b><br><br>• Determinar en qué medida la implementación de un diseño y análisis sísmico en construcciones de adobe, reduce el nivel de desastres sísmicos en el Distrito de Congalla provincia de Angaraes - Huancavelica. | <b>HIPÓTESIS GENERAL</b><br><br>• La implementación de un diseño sísmico en construcciones de adobe, reduce el nivel de desastres sísmicos en el distrito de Congalla provincia de Angaraes – Huancavelica. | <b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b><br>El Diseño y<br><br>Análisis Sísmico.<br><br><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b><br>Reducción de<br>Desastres | <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b><br>• Aplicada.<br><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b><br>• Descriptivo- correlacional<br><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</b><br>• Descriptivo<br><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b><br>• Descriptivo, simple<br><b>POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.</b><br><br><b>POBLACION</b><br>Para la siguiente investigación la población está constituida por las viviendas de adobe del Distrito de Congalla Provincia de Angaraes Región Huancavelica. |
| <b>PROBLEMA ESPECÍFICO</b><br><br>• ¿De qué manera la                                                                                                                                                                                | <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b><br><br>• Explicar de qué manera la                                                                                                                                                                                | <b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA</b><br><br>• La adecuada manera en la                                                                                                                                               |                                                                                                                                       | <b>MUESTRA</b><br><br>La muestra que presentamos es la de                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |



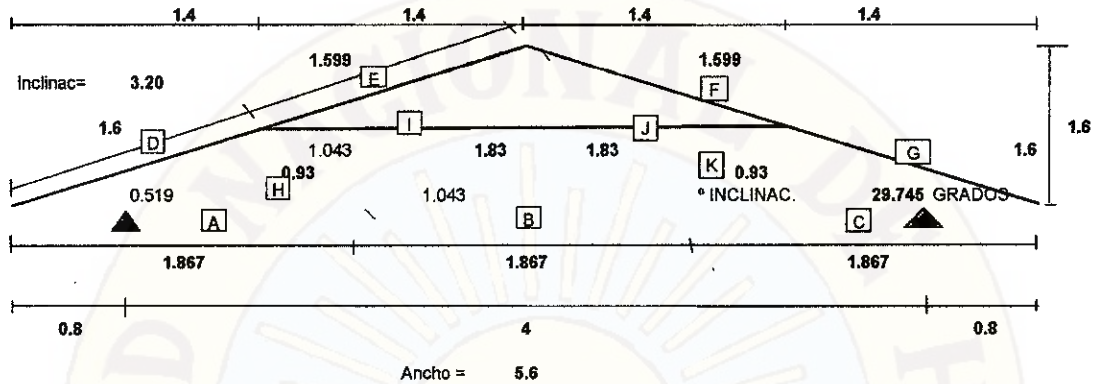
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>prevención de desastres, ocasionada por medidas de construcciones de adobe sismo resistente permitirá mitigar los desastres?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿La falta de medidas y acciones pertinentes para prevenir la acción de desastres sísmicos, contribuyen a deteriorar la infraestructura física de las viviendas?</li> <li>• ¿Cuál es la incidencia de desastres sísmicos, derivados de la falta de prevención y capacitación para prevenir acciones emergentes?</li> </ul> | <p>prevención de desastres, ocasionada por medidas de construcciones de adobe sismo resistente permitirá mitigar los desastres.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar si la falta de medidas y acciones pertinentes para prevenir la acción de desastres sísmicos, contribuyen a dañar la infraestructura física de las viviendas.</li> <li>• Establecer cuál es la incidencia de desastres sísmicos, derivados de la falta de prevención y capacitación para prevenir acciones emergentes.</li> </ul> | <p>reducción de desastres, debido a la aplicación de construcciones sismo resistentes, permitirá mitigar los desastres.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En la medida que no se desarrollen acciones pertinentes para la prevención de desastres sísmicos, mayor será el deterioro de la infraestructura física de las viviendas.</li> <li>• La determinación de la incidencia de desastres sísmicos, debido a la falta de prevención y capacitación para prevenir acciones emergentes.</li> </ul> | <p>un diseño sísmico en construcciones de adobe de una vivienda de un solo piso.</p> <p><b>MUESTREO</b></p> <p>El muestreo que se utilizó en nuestra investigación es a través de un muestreo no probabilístico, intencional en forma directa.</p> <p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de datos de campo</li> <li>• Análisis de contenido</li> <li>• Revisión bibliográfica</li> </ul> <p><b>ÁMBITO DE ESTUDIO</b></p> <p>Distrito de Congalla</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**PRESUPUESTO**

| DESCRIPCION                     | CANTIDAD | COSTO UNITARIO (S/.) | COSTO TOTAL (S/.)  |
|---------------------------------|----------|----------------------|--------------------|
| Estudios                        | 1        | 1000.00              | 1000               |
| Pasajes y gastos de transporte  | 10       | 50                   | 500                |
| Asesoría Estadística            | 2        | 500                  | 1000               |
| Otros servicios de terceros     | 1        | 1000                 | 1000               |
| Internet                        | 50       | 1                    | 50                 |
| Impresiones                     | 5000     | 0.1                  | 50                 |
| <b>Materiales de escritorio</b> |          |                      |                    |
| Cuadernos de apuntes            | 4        | 25                   | 100                |
| Hoja bond A4 de 80 g.           | 10000    | 0.1                  | 1000               |
| Lapiceros                       | 10       | 0.5                  | 5                  |
| Sobres                          | 180      | 0.1                  | 10                 |
| Calculadora                     | 1        | 150                  | 150                |
| Cámara digital                  | 1        | 500                  | 500                |
| Laptop                          | 1        | 2500                 | 2500               |
| USB                             | 1        | 35                   | 30                 |
| <b>SUMA TOTAL</b>               |          |                      | <b>S/. 7895.00</b> |

## TIJERALES DE MADERA TIPO FINK

DISEÑO Y ANALISIS SISMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA



DISTANCIA ENTRE TIJERALES 1.03 m  
 DISTANCIA ENTRE CORREAS 0.66 m  
 γ MADERA SECA = 700 kg/m<sup>3</sup>

### PREDIMENSIONAMIENTO PARA SU VERIFICACION

| ELEMENTO | LONGITUD | SECCION EN PULG. |      | AREA M2 | PESO KG |
|----------|----------|------------------|------|---------|---------|
|          |          | ANCHO            | ALTO |         |         |
| A        | 0.00     | 0                | 0    | 0.00000 | 0.00    |
| B        | 0.00     | 0                | 0    | 0.00000 | 0.00    |
| C        | 0.00     | 0                | 0    | 0.00000 | 0.00    |
| D        | 1.60     | 2                | 4    | 0.00516 | 5.78    |
| E        | 1.60     | 2                | 4    | 0.00516 | 5.78    |
| F        | 1.60     | 2                | 4    | 0.00516 | 5.78    |
| G        | 1.60     | 2                | 4    | 0.00516 | 5.78    |
| H        | 0.00     | 0                | 0    | 0.00000 | 0.00    |
| I        | 1.83     | 2                | 2    | 0.00310 | 3.97    |
| J        | 1.83     | 2                | 2    | 0.00310 | 3.97    |
| K        | 0.00     | 0                | 0    | 0.00000 | 0.00    |
| 10.06    |          |                  |      |         | 31.05   |

### CARGA DISTRIBUIDA DEL TIJERA

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| ANCHO TOTAL        | 5.6 m     |
| PESO TIJERAL (WD1) | 5.54 kg/m |

### PESO DE LA COBERTURA (CORREAS, COBERTURA, ACCESORIOS DE FIJACION)

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| ESPACIAMIENTO DE CORREAS | 0.66 m   |
| DISTANCIA INCLINADA      | 3.20 und |
| Nº CORREAS               | 5.85 und |
| Nº CORREAS ASUMIDO       | 6 und    |
| Nº CORREAS AMBOS LADOS   | 10 und   |

| DESCRIPCION                                                   | SECCION |      | AREA    | SUB TOTAL | W distrib. | Und.              |
|---------------------------------------------------------------|---------|------|---------|-----------|------------|-------------------|
|                                                               | ANCHO   | ALTO |         |           |            |                   |
| CORREAS                                                       | 2       | 2    | 0.00258 | 18.1      | 3.23       | kg/m <sup>2</sup> |
| CALAMINAS 1.80 X 0.80 E=0.3mm (VER ESPECIFICACION DE FABRICA) |         |      |         |           | 2.64       | kg/m <sup>2</sup> |
| CLAVOS                                                        |         |      |         |           | 0.081      | kg/m <sup>2</sup> |
| PESO COBERTURA                                                |         |      |         |           | 5.85       | kg/m <sup>2</sup> |

### CARGA CORREGIDA POR ANCHO TRIBUTARIO Y HORIZONTALIDAD

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Dist. TIJERALES             | 1.03 m     |
| PESO ANCHO TRIB.            | 5.99 kg/m  |
| PESO CARGA HORIZONTAL (WD2) | 5.20 kg/ml |

### PESO EN LA CUERDA INFERIOR

| DESCRIPCION                  | SECCION |      | AREA    | LONGITUD | S. TOTAL | UND.              |
|------------------------------|---------|------|---------|----------|----------|-------------------|
|                              | ANCHO   | ALTO |         |          |          |                   |
| Correas inferior             | 2       | 2    | 0.00258 | 1.60     | 0.004    | kg/m <sup>2</sup> |
| Enlucido de Yeso con Alambre |         |      |         |          | 30.00    | kg/m <sup>2</sup> |
|                              |         |      |         |          | 30.00    | kg/m <sup>2</sup> |

## TIJERALES DE MADERA TIPO FINK

DISEÑO Y ANALISIS SISMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCABELICA

### CARGA DISTRIBUIDA CUERDA INFERIOR

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| Dist. TIJERALES         | 1.03 m     |
| PESO CUERDA INFER (WD3) | 30.75 kg/m |

### CARGAS VIVAS

|                                             |                      |
|---------------------------------------------|----------------------|
| Carga Viva Minima techos con coberturas liv | 30 kg/m <sup>2</sup> |
| Carga adicional por nieve                   | 30 kg/m <sup>2</sup> |
|                                             | 60 kg/m <sup>2</sup> |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Dist. TIJERALES             | 1.03 m     |
| CARGA VIVA ANCHO TRIB. (WL) | 61.50 kg/m |

### RESUMEN DE CARGAS

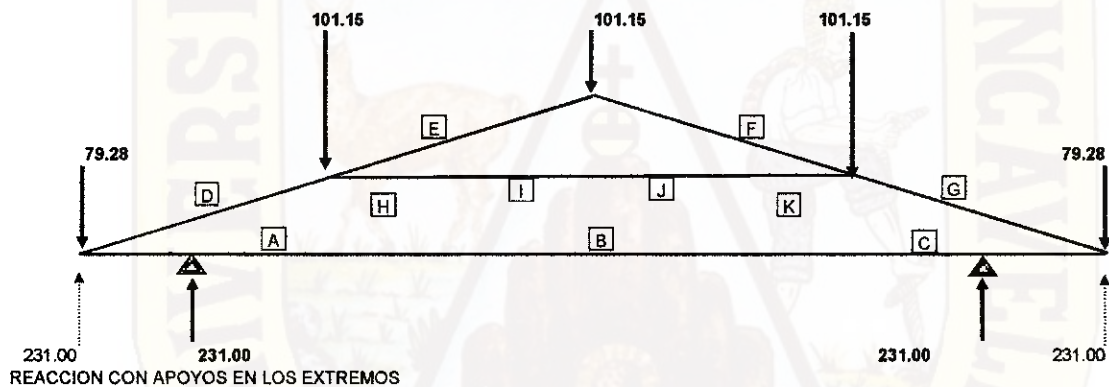
#### SOBRE CUERDA SUPERIOR

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| WD1 (tijeral)                     | 5.54 kg/m  |
| WD2 (correas, catamina y uniones) | 5.20 kg/m  |
| WL (viva+nieve)                   | 61.50 kg/m |
| TOTAL CARGA SUPERIOR              | 72.25 kg/m |

#### SOBRE CUERDA INFERIOR

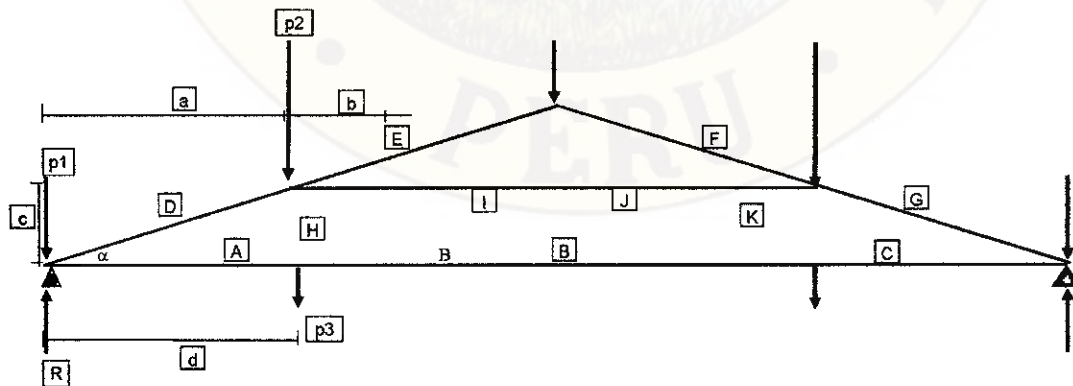
|                      |            |
|----------------------|------------|
| WD3 (cielo raso)     | 30.75 kg/m |
| WL (viva)            | 0.00 kg/m  |
| TOTAL CARGA INFERIOR | 30.75 kg/m |

### DISTRIBUCION DE CARGAS EN NUDOS EN KG



### DETERMINACION DE FUERZAS INTERNAS

PARA EL ANALISIS DE LA ARMADURA SE CONSIDERA CON LOS APOYOS EN LOS EXTREMOS PARA SIMPLICIDAD DE ANALISIS





## TIJERALES DE MADERA TIPO FINK

DISEÑO Y ANALISIS SISMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA

### FUERZAS Y MOMENTOS EN LOS DIFERENTES ELEMENTOS

| ELEMENT | FUERZA KG | SENTIDO    | MOMENTO KG*M |
|---------|-----------|------------|--------------|
| A       | 265.51    | TRACCION   | 13.395       |
| B       | 177.01    | TRACCION   | 13.395       |
| C       | 265.51    | TRACCION   | 13.395       |
| D       | 305.80    | COMPRESION | 12.873       |
| E       | 254.84    | COMPRESION | 12.873       |
| F       | 254.84    | COMPRESION | 12.873       |
| G       | 305.80    | COMPRESION | 12.873       |
| H       | 87.82     | COMPRESION | 12.873       |
| I       | 87.82     | TRACCION   | 13.395       |
| J       | 87.82     | TRACCION   | 13.395       |
| K       | 87.82     | COMPRESION | 12.873       |

### DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL TIJERAL

#### NORMAS:

ACUERDO DE CARTAGENA 89 (PROYECTOS ANDINOS DE DESARROLLO EN EL RECURSO FORESTALES TROPICALES)  
R.N.C. TITULO VIII ESTRUCTURAS NORMA E101 Y E102

NOTA.- SE HA CONSIDERADO MADERA DEL GRUPO C

INGRESAR DATOS EN TEXTO COLOR VERDE

#### ESFUERZO DE COMPRESION PERPENDICULAR A LAS FIBRAS (APOYOS)

| CARGA ACTUA NTEkg | SEC. ASUMIDA cm |      | AREA cm2 | fc actua kg/cm2 | fc adm. kg/cm2 |
|-------------------|-----------------|------|----------|-----------------|----------------|
|                   | ANCHO           | ALTO |          |                 |                |
| 231.00            | 4.1             | 5.1  | 20.91    | 11.05           | 15 O.K.        |

#### ESFUERZOS ADMISIBLES KG/CM2

| GRUPO | COMPRESION PERPENDICUL AR kg/cm2 |
|-------|----------------------------------|
| A     | 40                               |
| B     | 28                               |
| C     | 15                               |

#### ESFUERZOS DE FLEJO TRACCION

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{M}{s * f_m} < 1$$

#### ESFUERZOS ADMISIBLES KG/CM2

| GRUPO | TRACCION PARALELA (ft) kg/cm2 | FLEXION (f_m) kg/cm2 |
|-------|-------------------------------|----------------------|
| A     | 145                           | 210                  |
| B     | 110                           | 150                  |
| C     | 80                            | 100                  |

SE ANALIZARA LA CUERDA INFERIOR MAS CRITICA

| CARGA (N) kg | ft kg/cm2 (a) | SEC. ASUMIDA ALTO cm | ANCHO | Nadm a x b kg | N/Nadm (A) | MOMENT (M) kg*m | S cm3  | f_m kg/cm2 | M/(S x f_m) (B) | A+B   |
|--------------|---------------|----------------------|-------|---------------|------------|-----------------|--------|------------|-----------------|-------|
| 265.51       | 80            | 4.1                  | 5.1   | 1672.8        | 0.159      | 1339.52         | 17.774 | 100        | 0.754           | 0.912 |

#### ESFUERZOS DE FLEJO COMPRESION

El analisis se realizara en el plano del tijeral debido al arrostre de las correas que impiden el pandeo lateral fuera del plano por lo que el valor de "d" sera el peralte de la madera.

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{K_m * M}{s * f_m} < 1$$

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5 \frac{N}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{ef}^2}$$

$$L_{ef} = 0.8 * L$$

#### RELACION DE ESBELTEZ

$$\lambda = \frac{L_{ef}}{d}$$

$\lambda < 10$  columna corta

$10 < \lambda < C_k$  columna intermedia

$C_k < \lambda < 50$  columna larga

TIJERALES DE MADERA TIPO FINK

DISEÑO Y ANALISIS SISMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCION DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA

COLUMNA CORTA COLUMNA INTERMEDIA COLUMNA LARGA

$$N_{adm} = f_c * A$$

$$N_{adm} = f_c * A * \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\lambda}{Ck} \right)^4 \right]$$

$$N_{adm} = 0.329 \frac{E * A}{\lambda^2}$$

SE ANALIZARA LA CUERDA SUPERIOR MAS CRITICA

d = -1 cm  
Ck = 18.42

- RELACION DE ESBELTEZ LIMITE ENTRE COLUMNAS INTERMEDIAS Y LARGAS DE SECCION RECTANGULAR
- MODULOS DE ELASTICIDAD PROMEDIO
- COMPRESION PARALELA

| GRUPO | CK (columnas) | E promedio kg/cm2 | COMPRESION PARALELA fm kg/cm2 |
|-------|---------------|-------------------|-------------------------------|
| A     | 17.98         | 130000            | 145                           |
| B     | 18.34         | 100000            | 110                           |
| C     | 18.42         | 90000             | 80                            |

RELACION DE ESBELTEZ -128.00 COLUMNA INTERMEDIA

ESFUERZO ADMISIBLE (escoger del tipo de columna)

| Grupo | Corta | Intermedia | Larga |
|-------|-------|------------|-------|
| A     | 145   | -112556.09 | 2.610 |
| B     | 110   | -85387.38  | 2.008 |
| C     | 80    | -62099.91  | 1.807 |

| CARGA (N) kg | SEC. ASUMIDA ALTO cm | ANCHO cm | Esfuerzo Admisible | Nadm kg/cm2 | N/Nadm (A) |
|--------------|----------------------|----------|--------------------|-------------|------------|
| 305.80       | 4.1                  | 9.2      | -62099.91          | -2342408.70 | 0.00       |

| MOMENTO | I      | kg*cm4 | E kg/cm2   | Ncr. Kg | Km    | S cm4 | fm kg/cm2 | Km*M/Sfm (B) | A+B |
|---------|--------|--------|------------|---------|-------|-------|-----------|--------------|-----|
| 1287.33 | 266.05 | 90000  | 1846174.55 | 1.00    | 57.84 | 80    | 0.28      | 0.28         | OK  |

ESFUERZOS DE TRACCION

| CARGA | SEC. ASUMIDA ALTO cm | ANCHO cm | AREA  | ft   | ft tablas |
|-------|----------------------|----------|-------|------|-----------|
| 87.82 | 4.1                  | 5.1      | 20.91 | 4.20 | 80        |

OK

ESFUERZOS DE COMPRESION

| CARGA | SEC. ASUMIDA ALTO cm | ANCHO cm | AREA  | ft   | ft tablas |
|-------|----------------------|----------|-------|------|-----------|
| 87.82 | 4.1                  | 9.2      | 37.72 | 2.33 | 80        |

OK



**PANEL FOTOGRÁFICO**



Vista panorámica de una parte del Distrito de Congalla



Se observa la vivienda construida de dos pisos de adobe con diferentes características.

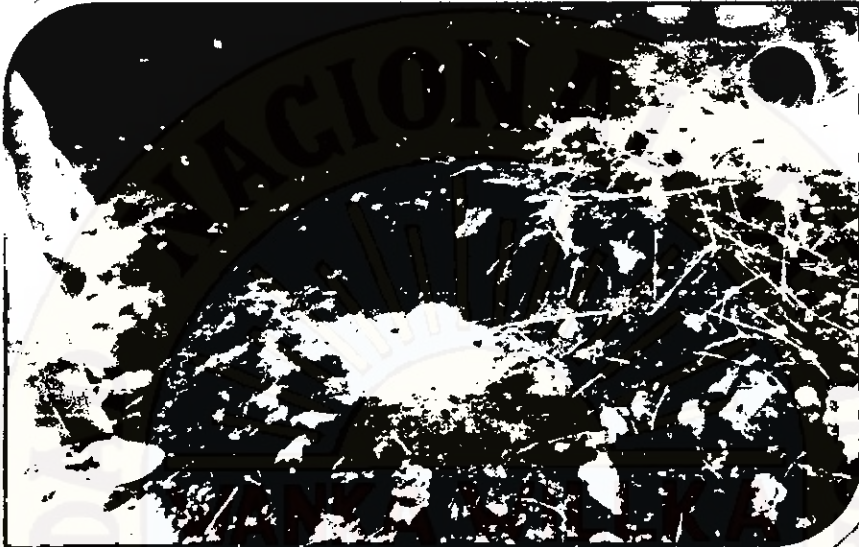




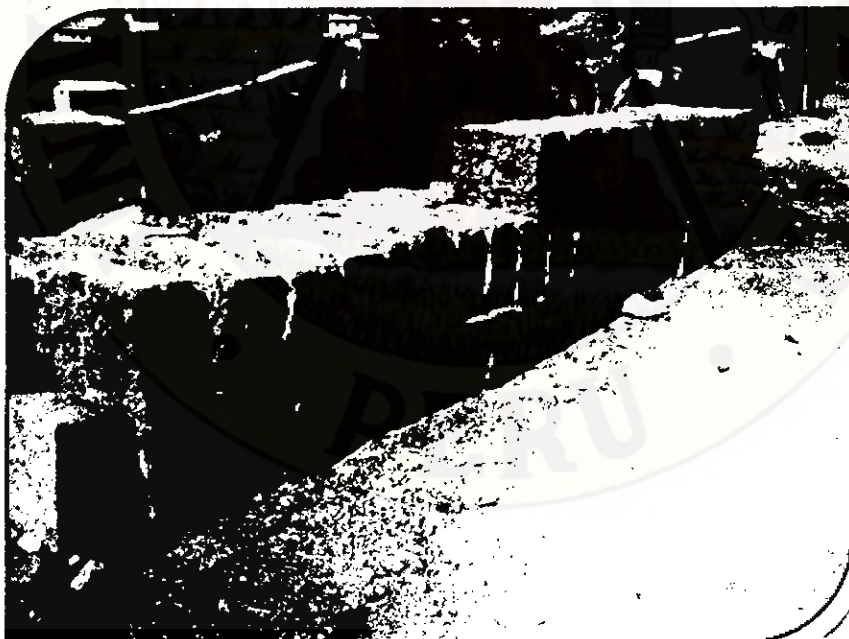
Se observa en la vivienda construida de adobe que la dimensión de la puerta es muy grande.



Se observa en la vivienda construida de adobe que las juntas son muy grandes.



Se observa los materiales utilizados para la construcción de adobe:  
Tierra + paja + agua



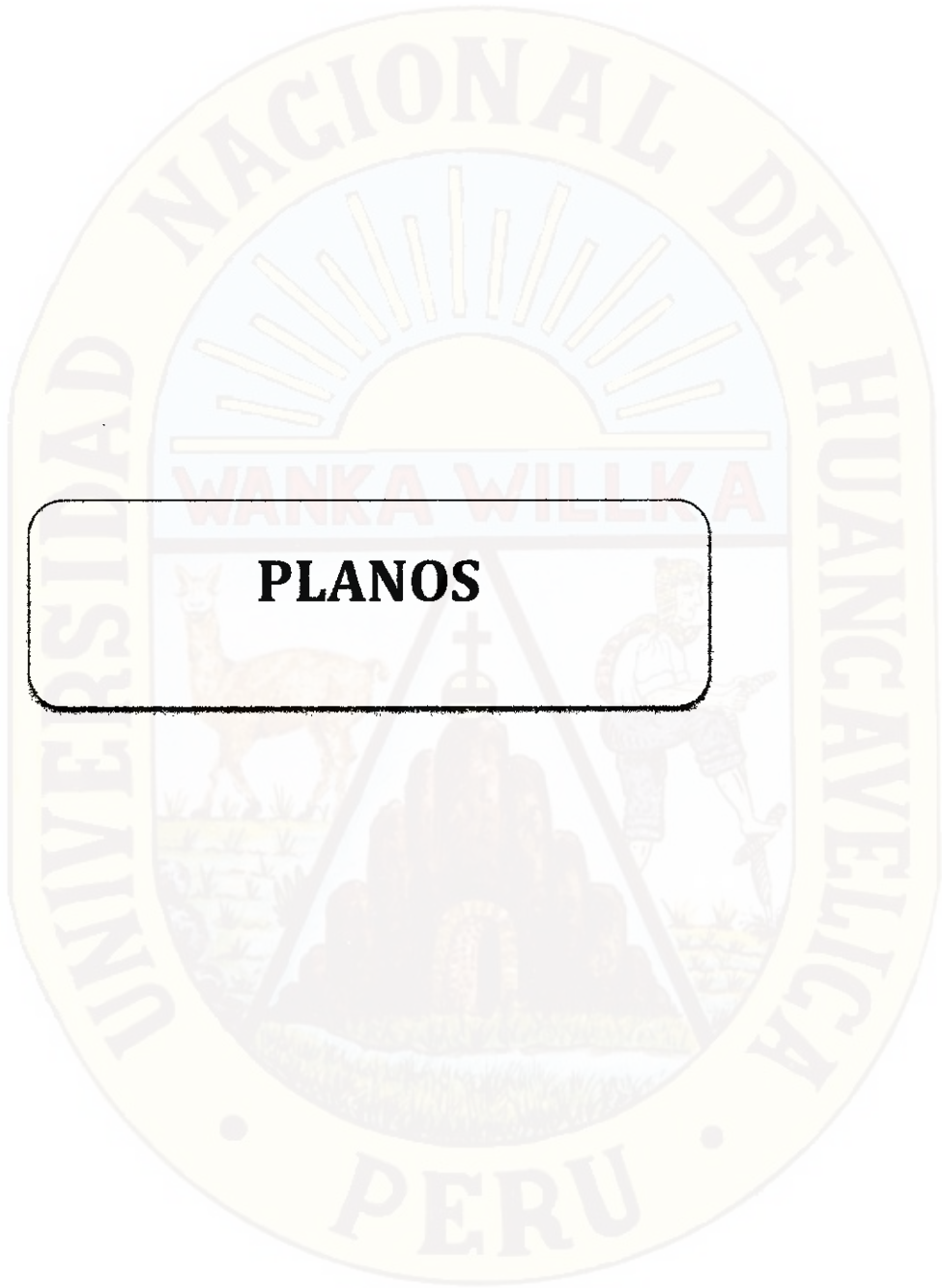
Proceso de contracción por secado o resistencia seca del material



En la siguiente imagen se observa el tipo de falla que es por corte.

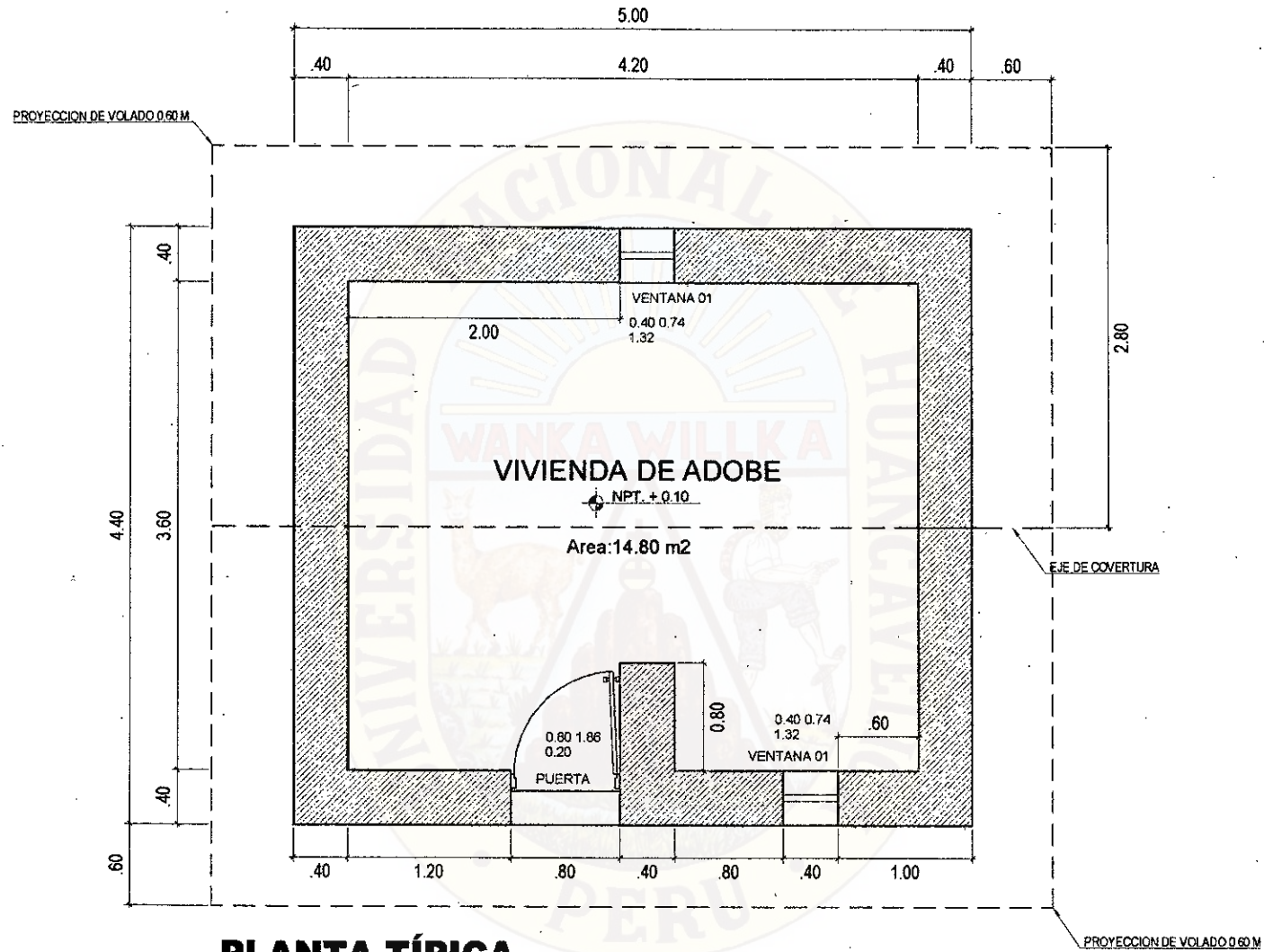


En la siguiente imagen se observa que hay una combinación de construcción entre adobe y piedra.

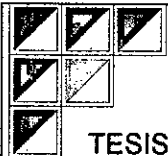


## PLANOS





**PLANTA TÍPICA**



TESIS:

"DISEÑO Y ANÁLISIS SÍSMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAYELICA"

ESPECIALIDAD:

ARQUITECTURA

DESCRIPCION:

PLANTA

Responsables:

NIRIO ATaucusi Solano  
Kathy Chuquiyauri Curo

PROYECTO:

MODULO BASICO DE ADOBE

Escala:

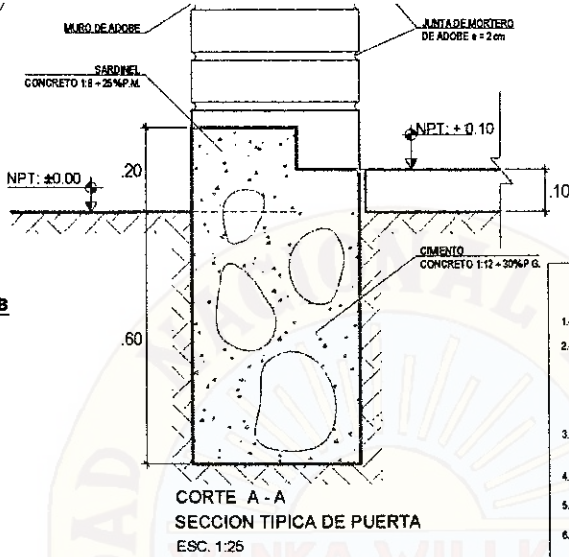
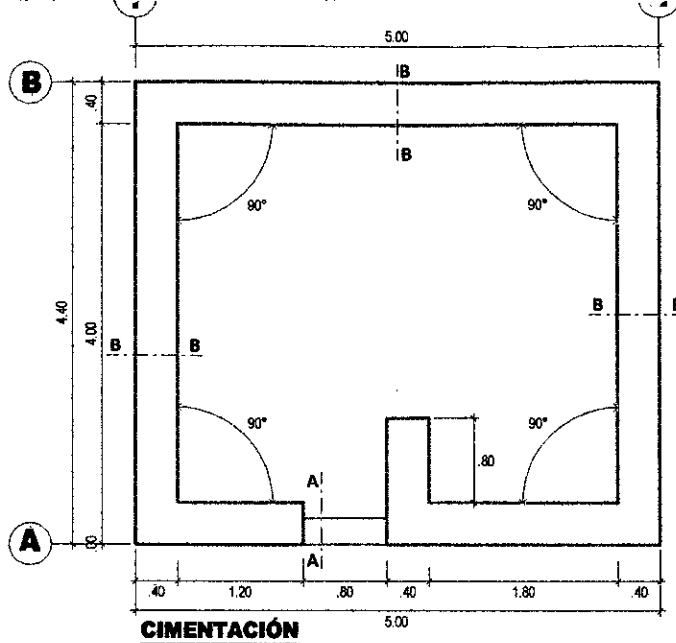
1/50

Fecha:

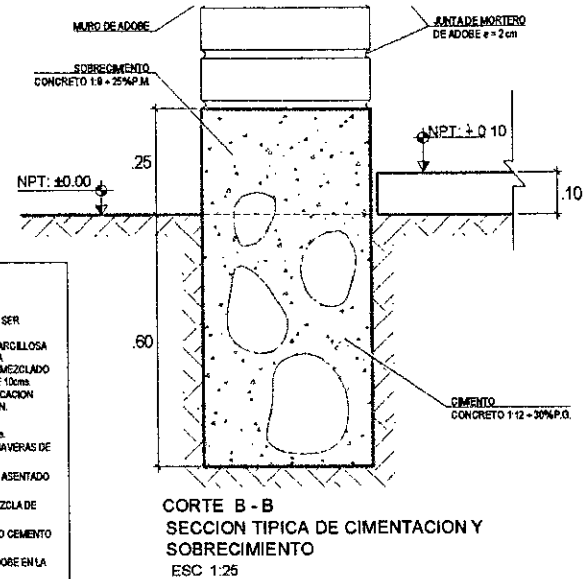
OCTUBRE- 2016

Lámina N°

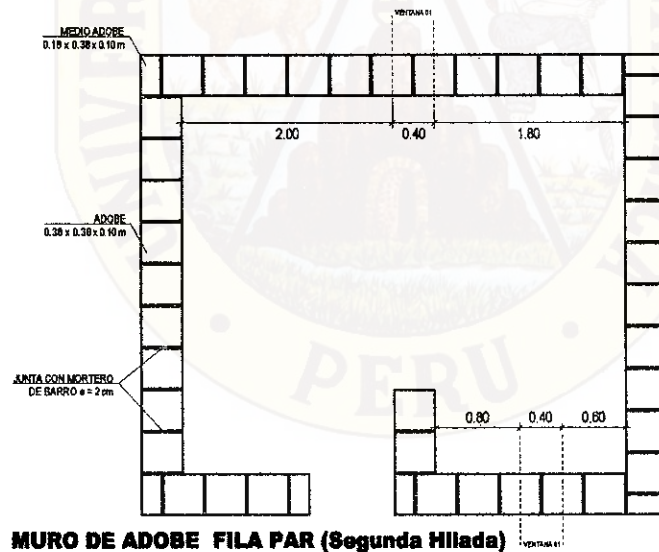
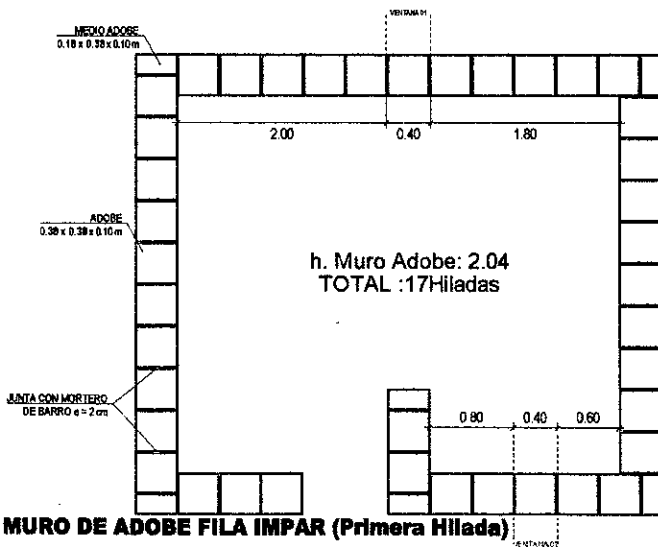
**P-01**



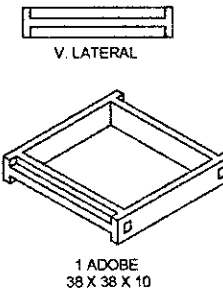
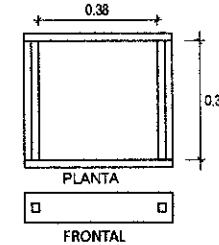
- ESPECIFICACIONES TECNICAS ALBANILERIA DE ADOBE**
- 1- EL SUELO USADO PARA PARRICAR ADOBE DEBE SER TAMIZADO PREVIAMENTE POR LA MALLA Nº 4.
  - 2- EL ADOBE SERA MOLDEADO CON TIERRA ARENO ARCILLOSA QUE EN LA PRUEBA DE ENROLLADO ALCANCE UNA LONGITUD ENTRE 9 Y 15cm. CONVENIENTEMENTE MEZCLADO CON PAJA DE ALTURA 0.80m PICADA EN TIRAS DE 10cm DE LONGITUD. PUEDE EMPLEARSE PREVIA VERIFICACION LA PROPORCION DE BARRO-PAJA 2:1 EN VOLUMEN. LA UNIDAD DE ADOBE TENDRA 38x38x10cm.
  - 3- MITAD DE UNIDAD DE ADOBE TENDRA 18x38x10cm. LOS ADOBE DEBERAN CONFECCIONARSE CON GRABERAS DE MADERA CON FONDO.
  - 4- EL ESPESOR DE LA JUNTA DE MORTERO PARA EL ASIENTO DEL ADOBE SERA DE 2cm.
  - 5- EL MORTERO SERA PREPARADO SIMILAR A LA MEZCLA DE ELABORACION DEL ADOBE.
  - 6- LA PRIMERA HILADA SE REALIZARA CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:5.
  - 7- PREVIO A SU ASIENTO, SE HUMEDERA EL ADOBE EN LA SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL MORTERO.
  - 8- EN UNA JORNADA DE TRABAJO NO SE LEVANTARA EL MURO A UNA ALTURA MAYOR DE 1.20m.
  - 9- LA GRADACION DEL SUELO DEBE APROXIMARSE A LOS SIGUIENTES PORCENTAJES:  
ARCILLA: 10-20% LIMO 15-25% ARENA 55-70% NO MAS DE 0.2% SAL.  
NO SE PERMITIRA POR NINGUN MOTIVO REDUJAR EL ESPESOR DE LOS MUROS, TUBERIAS EMPOTRADAS U OTROS.



### MODULACIÓN DEL MURO DE ADOBE

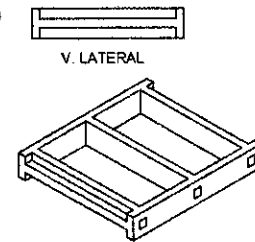
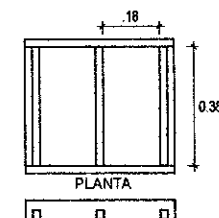


MOLDES O ADOBERAS 38 X 38 X 10

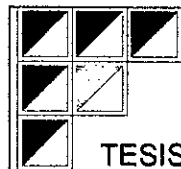


CANTIDAD DE ADOBE COMPLETOS  
**900 unid.**

MOLDES O ADOBERAS 38 X 18 X 10



CANTIDAD DE MEDIOS ADOBE  
**180 unid.**



**"DISEÑO Y ANÁLISIS SÍSMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAYELICA"**

ESPECIALIDAD:  
**ESTRUCTURAS**

DESCRIPCION:  
**CIMENTACION**

Responsables:  
**NIRIO ATACUSI SOLANO  
KATHY CHUQUIYURI CURO**

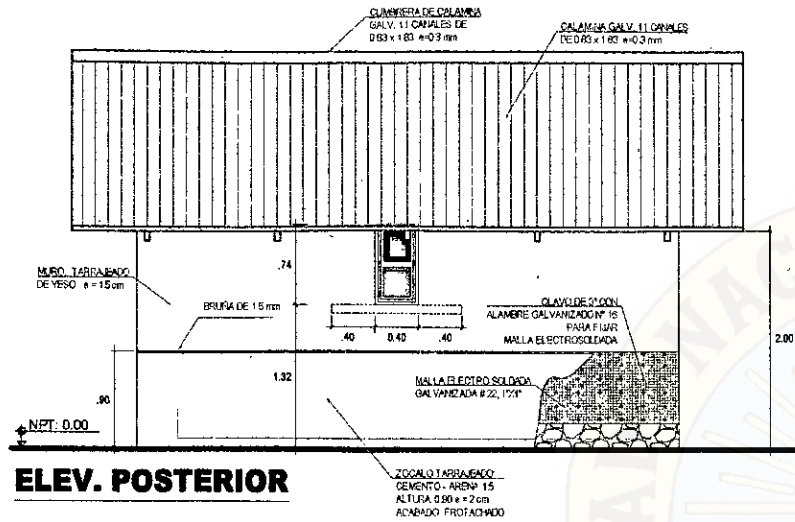
PROYECTO:  
**MODULO BASICO DE ADOBE**

Escala:  
**1/50**

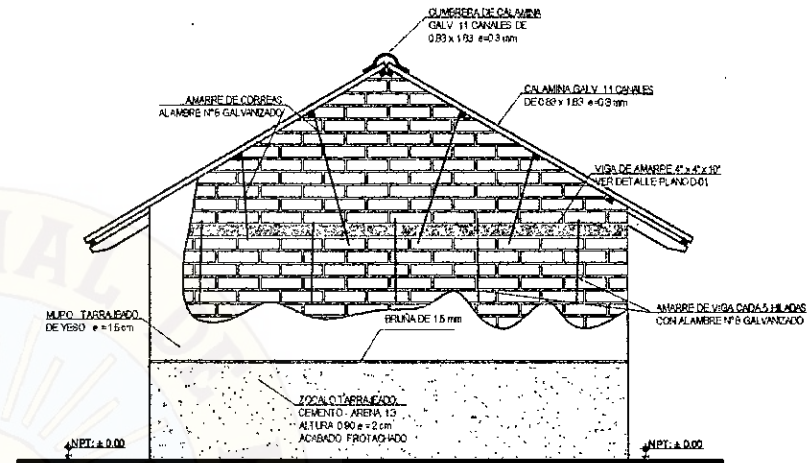
Fecha:  
**OCTUBRE- 2016**

Lámina Nº

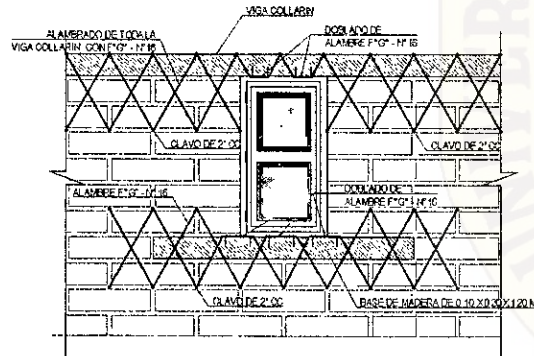
**E-01**



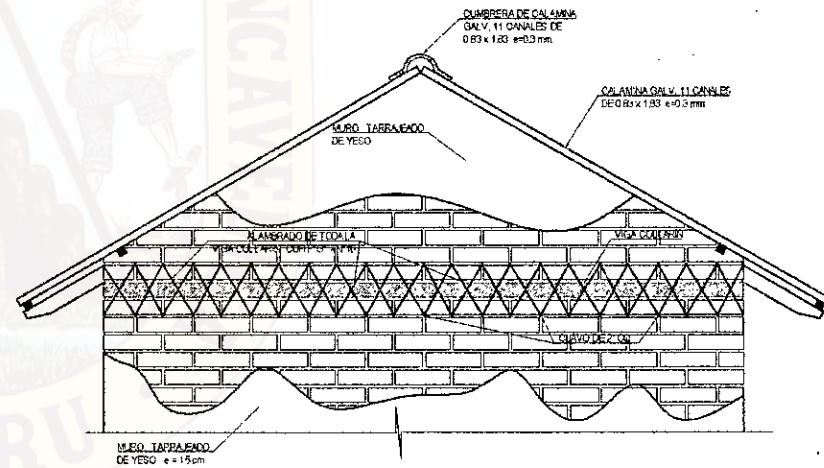
**ELEV. POSTERIOR**



**DETALLE DE AMARRE DE VIGAS**



**DETALLE DE ENMALLADO PARA TRABAJOS DE ACABADO DE VIGA COLLARIN Y BASE DE VENTANA**



**DETALLE DE ENMALLADO DE VIGA COLLARIN**

“DISEÑO Y ANÁLISIS SÍSMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA”

ESPECIALIDAD:

ARQUITECTURA

DESCRIPCION:

PLANO DE DETALLES

Responsables:

NIRIO ATaucusi Solano  
Kathy Chuquiyauri Curo

PROYECTO:

MODULO BASICO DE ADOBE

Escala:

1/50

Fecha:

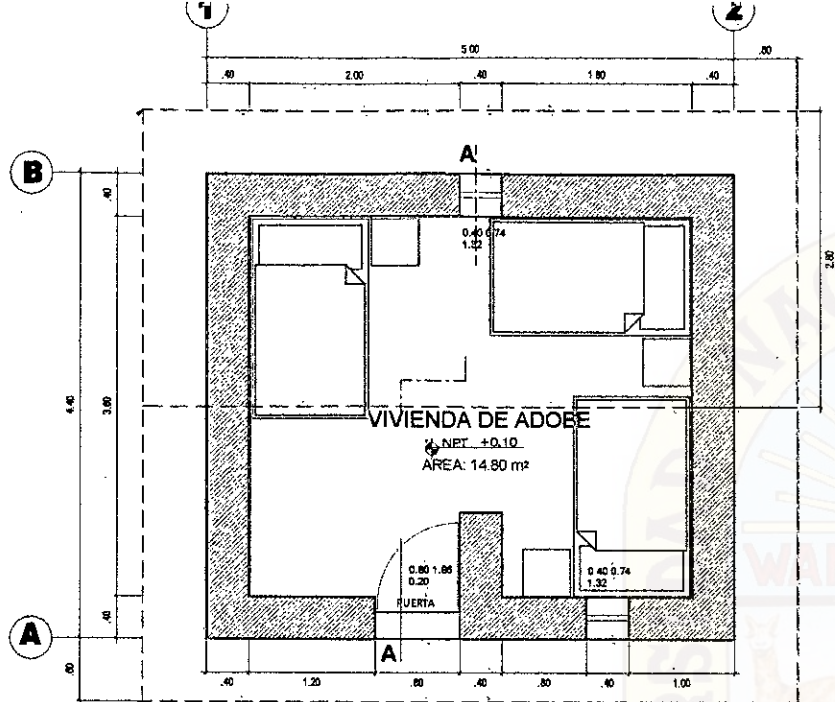
OCTUBRE- 2016

Lámina N°

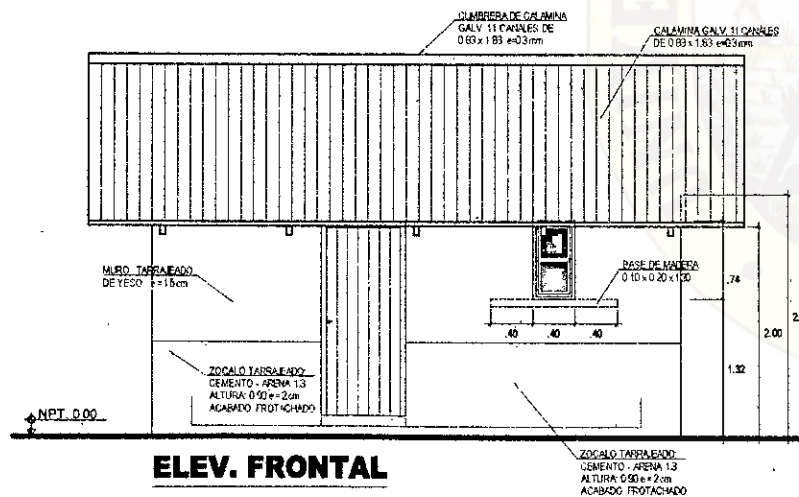
**A-01**

TESIS:

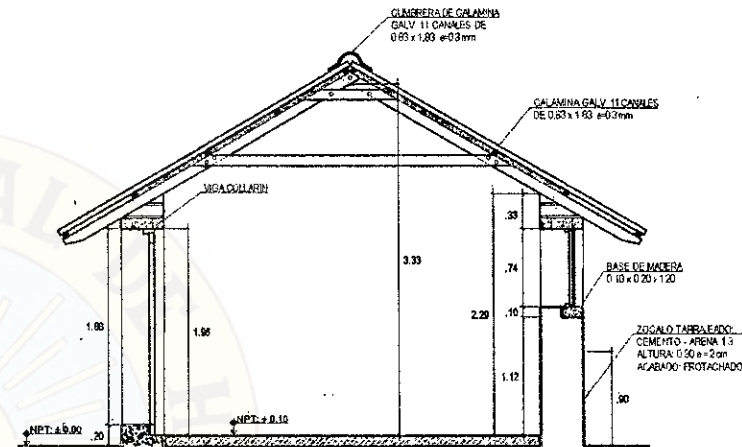




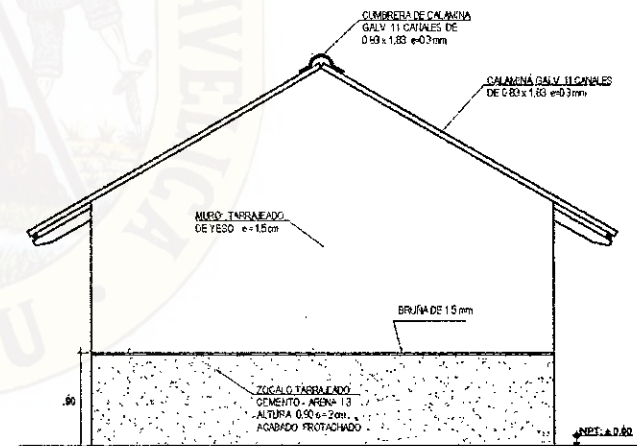
**PLANTA TÍPICA**



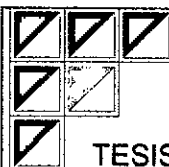
**ELEV. FRONTAL**



**CORTE A-A**



**ELEVACION LATERAL**



TESIS:

**"DISEÑO Y ANÁLISIS SÍSMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCavelica"**

ESPECIALIDAD:

**ARQUITECTURA**

DESCRIPCION:

**CORTE Y ELEVACION**

Responsables:

**NIRIO ATaucusi SÓlano  
KATHY CHUQUIYauri CURO**

PROYECTO:

**MODULO BASICO DE ADOBE**

Escala:

**1/50**

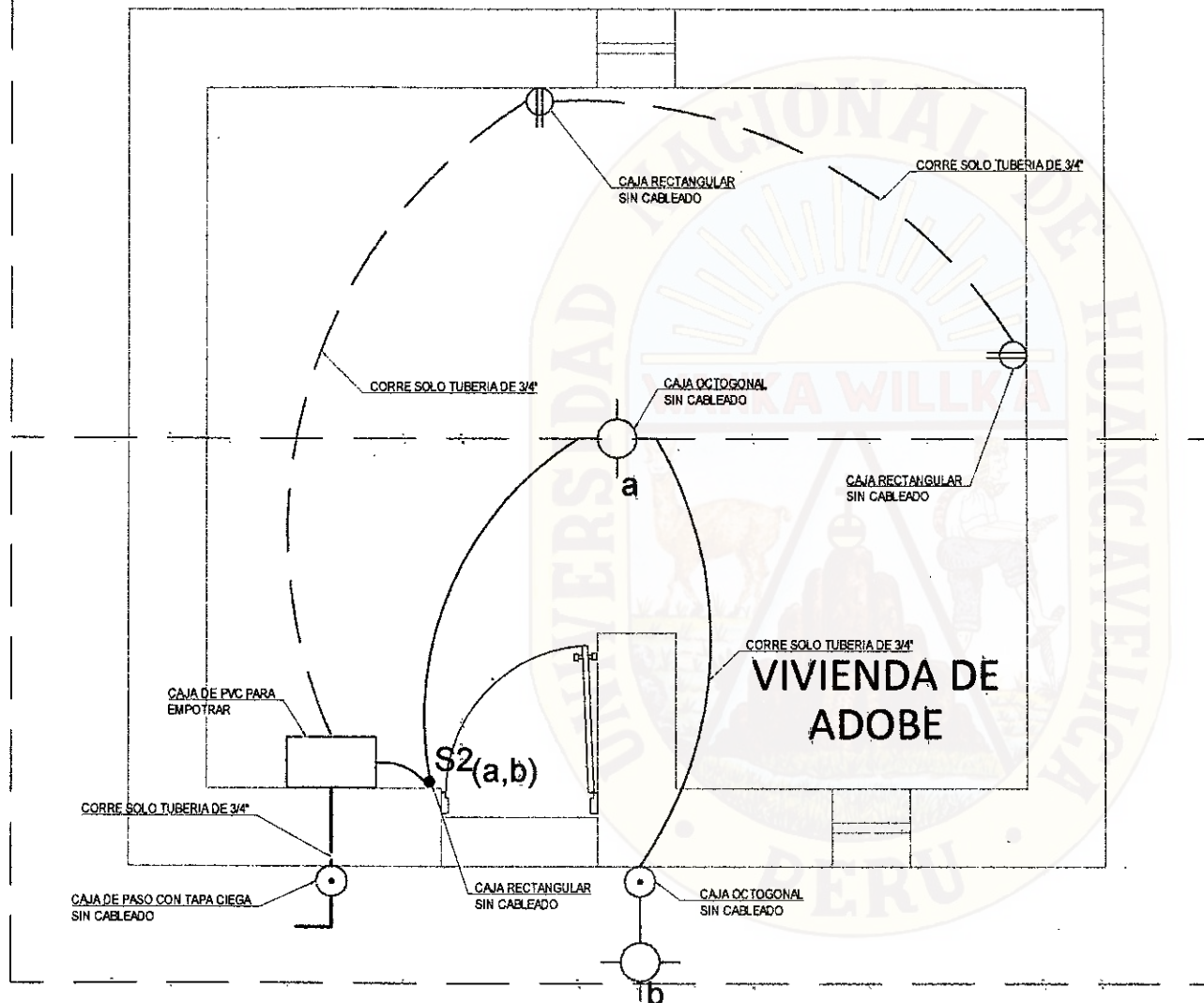
Fecha:

**OCTUBRE - 2016**

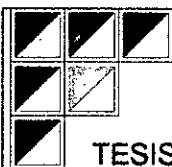
Lámina N°

**A-02**





| LEYENDA |                                                    |
|---------|----------------------------------------------------|
| SÍMBOLO | DESCRIPCION                                        |
|         | Caja de PVC para empotrar                          |
|         | Caja octogonal para adosar a techo sin cableado    |
|         | Caja octogonal para adosar a muro sin cableado     |
|         | Caja de paso con tapa ciega                        |
|         | Caja rectangular para adosar a muro sin cableado   |
|         | Salida Tomacorriente caja rectangular sin cableado |
|         | Tubería PVC SAP Ø 3/4" adosado en muro o techo     |
|         | Tubería PVC SAP Ø 3/4" empotrado en Piso o Pared   |



TESIS:

**"DISEÑO Y ANÁLISIS SÍSMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"**

ESPECIALIDAD:  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

DESCRIPCION:  
**PLANTA**

Responsables:  
**NIRIO ATACUSI SOLANO  
KATHY CHUQUIYAURI CURO**

PROYECTO:  
**MÓDULO BÁSICO DE ADOBE**

Escala:  
**1/50**

Fecha:  
**OCTUBRE- 2016**

Lámina N°

**E-01**