

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

**Ciclo Optativo de Especialización y Profesionalización
en Gestión de Calidad Total y Productividad**



“PROPUESTA DE MEJORA DE LA NORMA DE ADOBE PERUANA”

Trabajo de Titulación para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

JUAN JOSÉ POQUIOMA GUERRA

Lima – Perú

2016

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi familia la cual siempre está conmigo apoyándome y me impulsa a trabajar más arduo y ser mejor cada día, y sobre todo, quiero dedicarlo a mi madre que siempre me cuida desde el cielo estando conmigo siempre en mi corazón, en mi alma y en mi espíritu para darme fuerzas en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios, a mi familia por darme apoyo todo el tiempo y estar siempre unidos y a mi asesor quien me ha instruido en todo momento para realización y culminación del presente trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo principal desarrollar una propuesta de mejora de la Norma de adobe peruana mediante un análisis comparativo con la Normativa de adobe de Nueva Zelanda. Para ello, se realizó un previo análisis de compatibilidad entre ambos documentos normativos seguido del análisis comparativo mencionado, para que con las diferencias encontradas y las disposiciones de la Guía peruana 001, se complemente, modifique y mejore los artículos deficientes de la norma peruana. Por último, se recopiló, analizó y resumió de forma breve y concisa un total de 10 estudios e investigaciones más importantes de SENCICO sobre el adobe simple, las cuales solo sirvieron como información de referencia ya que no están normalizados, es decir que no han sido analizados, evaluados y verificados por una opinión técnica especializada, por tanto no se analizaron comparativamente y por ende, no se incluyeron en la propuesta de mejora.

Palabras claves: Adobe/Norma/Normativa/Normalizar/Análisis de compatibilidad/Análisis comparativo.

SUMMARY

The present work to get a professional degree has as main objective developing an improvement proposal of the adobe Peruvian standard through a comparative analysis with the adobe Normative of New Zealand. Thus, it made a previous compatibility analysis between both normative documents, followed by the mentioned comparative analysis, so that the differences found and the provisions from the Peruvian guide 001 complement, modify and improve the deficient articles from the Peruvian standard. Finally, it collected, analyzed and summarized the most important studies and investigations from SENCICO about simple adobe, wich served only as reference information for not to be standardized, in other words they haven't been analyzed, evaluated and verified for specialists, therefore they were not analyzed comparatively and hence, they were not included in the improvement proposal.

Keywords: Adobe/Standard/Normative/Normalize/Compatibility analysis/Comparative analysis

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo general	2
1.1.2 Objetivos específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1 Materiales	18
3.1.1 Normas Peruanas	18
3.1.2 Normativa de Nueva Zelanda	18
3.2 Métodos	18
3.2.1 Etapa 1: Análisis de compatibilidad de la NTE 080 con cada una de las normas de Nueva Zelanda	19
3.2.2 Etapa 2: Análisis comparativo de la NTE 080 con cada una de las normas de Nueva Zelanda	32
3.2.3 Etapa 3: Análisis y resumen de los estudios e investigaciones recopilados de SENCICO	33
3.2.4 Etapa 4: Elaboración de la propuesta de mejora	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	34
4.1 RESULTADOS	34
4.1.1 Primera parte: Análisis comparativo entre la NTE 080 con las 3 normas de Nueva Zelanda	34

4.1.1.1	Análisis comparativo entre la NTE 080 con la norma NZS 4297	34
4.1.1.2	Análisis comparativo entre la NTE 080 con la norma NZS 4298	47
4.1.1.3	Análisis comparativo entre la NTE 080 con la norma NZS 4299	53
4.1.2	Segunda parte: Elaboración de la propuesta de mejora de la norma de adobe peruana	62
	ARTÍCULO 1: Alcance	62
	ARTÍCULO 2: Requisitos Generales	62
	ARTÍCULO 3: Definiciones	64
	ARTÍCULO 4: Unidad o Bloque de Adobe	66
	ARTÍCULO 5: Comportamiento Sísmico de las Construcciones de Adobe	69
	ARTÍCULO 6: Sistema Estructural	72
	ARTÍCULO 7: Morteros	90
	ARTÍCULO 8: Principios y Requisitos de Diseño	91
	ARTÍCULO 9: Zonificación Sísmica	103
	ARTÍCULO 10: Anexo de ensayos de laboratorio.	105
4.2	DISCUSIONES	105
V.	CONCLUSIONES	109
VI.	RECOMENDACIONES	112
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
VIII.	ANEXOS	118
8.1	ANEXOS DE LA NORMA NZS 4297	118
	ANEXO B: MÉTODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA SÍSMICA DE MUROS DE ADOBE NO REFORZADOS	118
	(Normativo)	118
8.2	ANEXOS DE LA NORMA NZS 4298	126
	ANEXO C: ENSAYO PARA EVALUAR EL ESTADO HÚMEDO/SECO	126
	(Normativo)	126
	ANEXO D: ENSAYO DE EROSIÓN (MÉTODO DE ROCIADO A PRESIÓN)	130
	(Normativo)	130
	ANEXO F: ENSAYO DE CONTRACCIÓN PARA MORTEROS	134
	(Normativo)	134

ANEXO G: ENSAYO DE COMPRESIÓN Y CORTE	137
(Normativo)	137
ANEXO H: ENSAYO “CAIDA DE LADRILLO DE ADOBE“	140
(Normativo)	140
ANEXO J: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXO TRACCION	142
(Normativo)	142
ANEXO K: REQUISITOS ADICIONALES PARA EL ADOBE IN SITU Y COB	
(Informativo)	145
ANEXO L: REVESTIMIENTOS DE SUPERFICIE	151
(Informativo)	151
ANEXO M: PISOS DE TIERRA	160
(Informativo)	160

RELACIÓN DE CUADROS Y TABLAS

I. RELACIÓN DE CUADROS DEL ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD

	Página
Cuadro 1 : Análisis de compatibilidad en la estructura de ambas normas.	20
Cuadro 2 : Análisis de compatibilidad en los materiales de construcción.	21
Cuadro 3 : Análisis de compatibilidad sobre las construcciones de adobe.	22
Cuadro 4 : Análisis de compatibilidad sobre los principios y requisitos de diseño.	23
Cuadro 5 : Análisis de compatibilidad sobre métodos sísmicos.	24
Cuadro 6 : Análisis de compatibilidad sobre preparación del adobe.	25
Cuadro 7 : Análisis de compatibilidad sobre reforzamientos.	26
Cuadro 8 : Análisis de compatibilidad sobre accesorios de construcción.	27
Cuadro 9 : Análisis de compatibilidad sobre morteros tipo I y II.	28
Cuadro 10 : Análisis de compatibilidad sobre requerimientos adicionales al adobe.	29
Cuadro 11 : Análisis de compatibilidad sobre juntas de control.	29
Cuadro 12 : Análisis de compatibilidad sobre ensayos.	30
Cuadro 13 : Análisis de compatibilidad sobre muros y arriostres.	31

Cuadro 14	: Análisis de compatibilidad sobre techos.	31
Cuadro 15	: Análisis de compatibilidad sobre dinteles de madera.	32
Cuadro 16	: Factor de reducción (k) para la esbeltez y excentricidad.	39
Cuadro 17	: Demanda de arriostramiento para líneas de soporte arriostradas, muros de adobe de una sola planta, techo ligero.	55-56
Cuadro 18	: Demanda de arriostramiento para líneas de soporte arriostradas, muros de adobe de una sola planta, planta hecha en parte de madera y techo ligero.	56-57
Cuadro 19	: Capacidad de arriostramiento de muros de adobe no reforzados.	58
Cuadro 20	: Vigas sin diafragmas estructurales.	59

II. RELACIÓN DE TABLAS DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Tabla 1	: Valores del factor S	70
Tabla 2	: Valores del factor U	70
Tabla 3	: Valores del factor C	71
Tabla 4	: Demanda de arriostramiento para líneas de soporte arriostradas, muros de adobe de una sola planta, techo ligero.	80-81
Tabla 5	: Demanda de arriostramiento para líneas de soporte arriostradas, muros de adobe de una sola planta, planta hecha en parte de madera y techo ligero.	82-83
Tabla 6	: Capacidad de arriostramiento de muros de adobe no reforzados.	83-84

Tabla 7	: Refuerzos Especiales	84
Tabla 8	: Vigas sin diafragmas estructurales.	86-87
Tabla 9	: Factor de reducción (k) para la esbeltez y excentricidad.	95
Tabla D1	: Índices de erosionabilidad de la prueba de erosión por rociado a presión.	131

RELACIÓN DE FIGURAS

I. RELACIÓN DE FIGURAS DEL ANÁLISIS COMPARATIVO

	Página
Figura 1 : Posición de cargas y áreas efectivas de dispersión.	42
Figura 2 : Sistema de soporte de las líneas de arriostramiento y vanos en las esquinas externas.	54
Figura 3 : Conexión de vigas de madera o de la parte superior de los miembros horizontales de madera sin diafragmas estructurales.	60
Figura 4 : Dinteles de madera apoyado por arriba de los marcos de madera.	61

II. RELACIÓN DE FIGURAS DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Figura 1 : Zonas sísmicas.	71
Figura 2 : Cimentaciones.	73
Figura 3 : Sistema de soporte de las líneas de arriostramiento y vanos en las esquinas externas.	74
Figura 4 : Muro reforzado con caña o similar vertical y horizontal.	76
Figura 5 : Tipos de amarre en encuentro de muros de adobe con o sin esfuerzo	77

Figura 6	: Traslapes en muros.	78
Figura 7	: Conexión de vigas de madera o de la parte superior de los miembros horizontales de madera sin diafragmas estructurales.	87
Figura 8	: Dinteles de madera apoyado por arriba de los marcos de madera.	89
Figura 9	: Posición de cargas y áreas efectivas de dispersión.	97
Figura B1	: Resumen de cargas, fuerzas y movimientos en un muro de adobe no reforzado.	121
Figura B2	: Distribución de esfuerzos asumidos.	122
Figura D1	: Mecanismo General para la Prueba de Rociado a presión.	132
Figura D2	: Boquilla de la prueba de rociado a presión.	133
Figura G1	: Ensayo de compresión axial.	139
Figura G2	: Ensayo de compresión diagonal.	139
Figura H1	: Orientación del ladrillo de adobe antes de la caída.	141
Figura J1	: Ensayo de ruptura de ladrillos apilados.	143
Figura M1	: Piso de adobe.	165

RELACIÓN DE ANEXOS

ANEXOS DE LA NORMA NZS 4297

ANEXO B : Método para determinar la resistencia sísmica de muros de adobe no reforzados.

ANEXOS DE LA NORMA NZS 4298

ANEXO C : Ensayo para evaluar el estado húmedo/seco.

ANEXO D : Ensayo de erosión (método de rociado a presión).

ANEXO F : Ensayo de contracción para tierra apisonada, tierra vertida y morteros.

ANEXO G : Ensayo de compresión y corte.

ANEXO H : Ensayo “Caída de ladrillo de adobe”.

ANEXO J : Ensayo de resistencia a la flexo tracción.

ANEXO K : Requisitos adicionales a la sección 2 para el adobe In situ y Cob.

ANEXO L : Revestimientos de superficie.

ANEXO M : Pisos de tierra.

I. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la humanidad el adobe fue uno de los primeros materiales que el hombre utilizaba para sus construcciones, el cual a través del tiempo y de las diversas culturas aprendió a mejorar desarrollando una variedad de técnicas para su elaboración las cuales, hasta nuestros días, se han verificado a través de diversos estudios e investigaciones que el adobe en combinación con distintos elementos de origen orgánico e inorgánico puede estabilizarse, y reforzarse con otros materiales, para dar una mayor calidad de vida para el hombre.

En el Perú desde la época precolombina hasta nuestros días se evidencia que la tecnología del adobe se desarrolló adecuadamente ya que todavía existe la ciudad de barro más grande de América: la ciudadela de Chan Chan la cual se construyó aproximadamente entre los años 1200 – 1480 y perteneció a la cultura Chimú. Actualmente, el uso del adobe en zonas rurales es muy común debido a la escasez de recursos económicos ya que además de su fabricación manual y a bajo costo, las construcciones con este material poseen un gran aislamiento térmico, lo que hace que estas desarrollen propiedades apropiadas y respuestas viables para que puedan sustituir las edificaciones de material noble. Aunque el gran problema surge cuando estas construcciones no cuentan con asesoría técnica ocasionando fisuras, agrietamientos, fragmentación o en el peor de los casos, colapsos ante movimientos sísmicos.

Otro gran problema es que el Ministerio de Vivienda y Construcción no evalúa normalizar los estudios e investigaciones realizados y aprobados por las respectivas autoridades académicas (entidades, institutos y universidades) generando que la Normativa nacional de adobe sea deficiente tanto para los sectores urbanos y rurales, conllevando que tanto ingenieros y técnicos especializados en construcciones con adobe como maestros adoberos no estén en la capacidad de solucionar problemas sísmicos, geológicos o meteorológicos

(humedad, vientos fuertes o erosión). A esto, se suma el principal problema de toda construcción con adobe; la deficiencia antisísmica, la cual ha aquejado a nuestro país desde hace mucho tiempo concentrándose más en los sectores rurales que en los urbanos. Según el INEI, unas 3.6 millones de viviendas que representan 47.1% del total de viviendas del país en las que residen 14.4 millones de personas son viviendas de adobe, cifra alarmante que debería ser una prioridad del gobierno para que se plantee y formule soluciones viables y medidas preventivas correspondientes.

Una de esas soluciones viables que se desarrolla en este trabajo es elaborar una propuesta de mejora de la Norma de adobe peruana en base a un análisis comparativo con la normativa vigente de adobe de Nueva Zelanda, la cual está disponible en INDECOPI, es una de las más completas a nivel mundial debido a que ha desarrollado una tecnología para todo tipo de construcciones de tierra sobre ensayos, metodologías, técnicas y materiales de construcción alternativos al adobe. Esta se eligió debido a que contiene ventajas como el uso de dimensiones similares a las del ladrillo convencional de la norma peruana y proporciona los requerimientos, principios y consideraciones complementarias para el uso del adobe simple. Sin embargo, al ser totalmente diferentes los factores sismogeológicos en Nueva Zelanda y Perú, las características sismoresistentes de las viviendas de tierra se van a adecuar a la realidad de cada país. Por ello todas las disposiciones de la normativa sobre: reforzamientos; materiales de construcción alternativos al adobe como el ladrillo prensado de tierra, tierra vertida y tierra apisonada; adobe estabilizado y/o reforzado; construcciones de tierra de grado estándar y de grado especial y coeficientes sísmicos han sido excluidos debido a que estos dependen de dichos factores y están fuera de los objetivos del presente trabajo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Desarrollar una propuesta de mejora de la Norma nacional de adobe.

1.1.2 Objetivos específicos

- Revisar y resumir la Norma nacional de adobe y la Normativa de adobe de Nueva Zelanda para analizarlas comparativamente.
- Utilizar las disposiciones y principios de la Guía peruana 001.
- Recopilar, analizar y resumir los estudios e investigaciones más importantes de SENCICO sobre el adobe simple.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Para desarrollar una propuesta que mejore la Norma de adobe peruana se realizará un análisis de siete fuentes importantes, cuyos resúmenes son los siguientes:

- a. La primera fuente es la Normativa nacional de adobe, la cual está conformada por la Norma de adobe peruana o Norma Técnica de Edificaciones 080 (NTE 080), el Manual de construcción para edificaciones antisísmicas de adobe y las tres Normas Técnicas Peruanas del adobe estabilizado con asfalto, estas últimas están excluidas por contener información fuera del alcance del presente estudio. Esta normativa no solo estudia el comportamiento del adobe simple, estabilizado y reforzado, sino también establece los requisitos de diseño de las viviendas de adobe como esfuerzos admisibles a la compresión, resistencia al corte, indicaciones generales de ensayos, preparación de ladrillos de adobe, tipos de mortero, sistema estructural, comportamientos sísmicos y zonificación sísmica en todo el territorio de nuestro país.

Sin embargo, lo más resaltante de los cada uno de los artículos de la NTE 080 es la información técnica para el manejo adecuado del adobe y el diseño de viviendas con este material. Principalmente, el artículo 5 el cual contiene el análisis sísmico de las construcciones de adobe.

A continuación se citarán los artículos utilizados:

- Artículo 1: Alcance.
- Artículo 2: Requisitos generales.
- Artículo 3: Definiciones.

- Artículo 4: Unidad o bloque de adobe.
 - Artículo 6: Sistema estructural.
 - Artículo 7: Morteros.
 - Artículo 8: Refuerzos admisibles.
 - Artículo 9: Diseño de muros.
 - Zonificación sísmica.
- b. La segunda fuente es la normalización, concebida como un proceso de formulación, elaboración, aplicación y mejoramiento de las normas existentes que se aplican a las diversas actividades económicas, industriales o científicas con el objeto de ordenarlas y mejorarlas a través de la simplificación, la unificación y la especificación. Su importancia radica que; en el sector privado viene a ser un soporte muy efectivo impulsando la instauración de estándares internacionales de calidad y en el sector público concede al estado los suficientes instrumentos de control en las políticas relacionadas con el medio ambiente, salud, agricultura y particularmente el sector de los consumidores. Ahora bien, en el Perú la normalización es un proceso del Sistema Peruano de Normalización que atiende, las necesidades y propuestas de sectores públicos y/o privados para que sean evaluadas a través de verificaciones de gabinete, campo y laboratorio por el Comité Técnico de Normalización (CTN) y el Sub Comité Técnico de Normalización (SCTN). Luego, una vez analizadas, evaluadas y verificadas las necesidades y propuestas, los CTN y SCTN elaboran el Proyecto de Norma (PN) o Proyecto de Norma Técnica Peruana (PNTP) siendo principalmente una mejora de la norma vigente o una creación de una nueva norma técnica, luego pasa a Discusión Pública donde se somete a un proceso de publicación como Proyecto de Norma para que pueda ser aprobado o rechazado en base a las necesidades y propuestas ya mencionadas, como también, puede ser evaluada y criticada por un tercero. Si no hay ninguna crítica, sugerencia o recomendación para modificarla, entonces se prosigue a que la PN o PNTP se convierta en Norma o

Norma Técnica Peruana. En caso exista alguna crítica, sugerencia, modificación o desacuerdo con la PN o PNTP, se procede a corregir o modificar parcial o totalmente la misma para que posteriormente siga el proceso mencionado del Sistema Peruano de Normalización hasta que los sectores públicos y/o privados o terceros estén en total acuerdo.

- c. La tercera fuente es la Guía peruana 001: Directrices para la redacción, estructuración y presentación de Normas Técnicas Peruanas. Esta guía está estructurada para cubrir todos los aspectos antes de emprender la redacción detallada de una norma con la finalidad de definir su objeto, campo de aplicación y estructura así como su relación con otras normas. Su aplicación es para la presentación y redacción de las Normas Técnicas Peruanas.
- d. La cuarta fuente es la Normativa de adobe de Nueva Zelanda la cual está conformada por las normas NZS 4297, NZS 4298 y NZS 4299. De estas, podemos resaltar su estructura, el análisis sísmico y la información técnica sobre adobe, morteros, elementos estructurales, materiales de construcción, reforzamientos, diseño y ensayos.

La Normativa de Nueva Zelanda está conformada por tres normas, las cuales se describirá brevemente y se citará los artículos, anexos, conceptos y símbolos utilizados:

- d.1 La norma NZS 4297, cuyo título es Ingeniería de Diseño de Construcciones de tierra, establece aspectos estructurales como diseño, metodologías, requerimientos, criterios y principios básicos y fundamentales para todo tipo de construcciones de tierra, es decir, utilizando con materiales como adobe, ladrillo prensado, tierra vertida, tierra apisonada y las construcciones de grado especial y de grado estándar. Dirigida para ingenieros y técnicos estructurales, esta norma también establece que estos materiales de construcción, además de que contienen principalmente arcilla, limo y arena, se estabilizan con ciertos aditivos y además, se refuerzan con fierros y/o geomallas. Los

propósitos de estabilizar y reforzar estas construcciones, según la norma, son dos: primero, que las construcciones se diseñen con una resistencia y durabilidad adecuada ante cualquier fenómeno meteorológico y/o movimiento sísmico y segundo, que se desarrolle nuevos usos de las propiedades de los materiales, métodos de diseño alternativos, sistemas estructurales y se reconozca nuevas prácticas de diseño a través de la demostración y aceptabilidad de los procedimientos y/o enfoques utilizados.

A continuación se citarán los artículos, anexos, conceptos y símbolos utilizados:

d.1.1 Artículos y anexos:

- Artículo 1: Generalidades.
- Artículo 2: Definiciones.
- Artículo 3: Criterios de rendimiento.
- Artículo 4: Construcciones en general y requerimientos de diseño
- Artículo 5: Resistencia y capacidad de servicio.
- Artículo 6: Flexión con o sin carga axial.
- Artículo 7: Corte.
- Artículo 8: Reforzamientos - detalles, anclajes y desarrollo.
- Anexo B: Método para la determinación de la resistencia sísmica de muros de adobe no reforzados.

d.1.2 Conceptos:

- Junta de control: También denominada articulación, permite que un muro de adobe se contraiga, se expanda o sufra algún deslizamiento.
- Estado límite de servicio: Es el estado en el que una estructura se vuelve inadecuada para su uso previsto debido a la deformación, respuesta vibratoria, degradación u otra insuficiencia operativa.
- Último estado límite: Es el estado en el que la capacidad de resistencia o ductilidad de una estructura es superado, es decir que no puede mantener el equilibrio y se vuelve inestable.
- Perpend: Junta perpendicular entre dos ladrillos.

d.1.3 Símbolos y significado de estos:

- S^* : Carga aplicada a un elemento estructural o a una sección transversal.
- S_n : Resistencia nominal que es igual al diseño de resistencia de un elemento estructural o sección transversal en términos de carga, momento, corte o esfuerzo.
- ϕ : Capacidad del factor de reducción.
- h : Altura de un muro de tierra (en metros) que está por encima del plano en consideración; ó altura de un elemento; ó altura libre de un elemento entre los soportes laterales horizontales; ó para un elemento sin soporte horizontal en la parte superior la altura total es desde la parte inferior del soporte lateral.
- L : Longitud libre de un muro entre soportes laterales verticales.
- e : excentricidad de una fuerza vertical.

- t_w : Espesor total del muro o pilar donde se toma en cuenta cualquier junta raspada o escarbada cuya profundidad puede ser mayor de 3 mm.
- N^* : Carga axial de diseño en el último estado límite actuando sobre una sección determinada.
- k : Factor de reducción para la esbeltez y excentricidad dado en el cuadro 16.
- f_e : Resistencia a la compresión de la construcción de un muro de tierra.
- A_b : Área de la sección transversal de tierra.
- t : espesor o profundidad de un muro perpendicular al eje principal en consideración.
- α_v : Coeficiente para evaluar la relación de esbeltez.
- M^* : Diseño del momento de flexión que actúa sobre la sección transversal de un elemento estructural en el último estado límite.
- N^* : Carga de diseño axial en el último estado límite.
- N_o : Resistencia nominal a la compresión de una sección transversal suficientemente corta donde los efectos de esbeltez no pueden influir.
- K_b : Factor de soporte concentrado y puede tomar los siguientes valores:
- A_{ds} : Área de dispersión o de capacidad portante de la carga concentrada en el diseño de la sección transversal bajo consideración.
- A_{de} : Área efectiva de dispersión de la carga concentrada en el elemento a media altura.
- A_1 : Distancia desde el extremo del muro al extremo más cercano del área de capacidad portante.

- V^* : fuerza de corte de diseño que actúa en la sección transversal de un elemento en último estado límite.
 - f_{cs} : Resistencia al corte de tierra.
 - A_b : Área de la sección transversal de tierra.
 - k_v : Factor de corte que tomara valores dependiendo de las fuerzas que actúan sobre los miembros.
 - f_d : Esfuerzo de compresión que actúa sobre una sección bajo cargas de diseño
- d.2 La norma NZS 4298, cuyo título es Materiales y Mano de Obra para Construcciones de Tierra, establece los requerimientos y criterios para producir materiales de construcción como adobe, ladrillos prensados de tierra, tierra apisonada y tierra vertida. Además, establece también apéndices informativos y normativos, los cuales se diferencian en que el primero es solo para informar y orientar, mientras que el segundo proporciona información integral normalizada.

A continuación se citarán los artículos, anexos, conceptos y símbolos de la norma NZS 4298:

d.2.1 Artículos y anexos:

- Artículo 1: Generalidades.
- Artículo 2: Generalidades de los materiales y mano de obra.
- Artículo 4: Requerimientos adicionales para los ladrillos de adobe.
- Anexo C: Ensayo para evaluar el ensayo húmedo/seco.
- Anexo D: Ensayo de erosión (método de rociado a presión).

- Anexo F: Ensayo de contracción para tierra apisonada, tierra vertida y morteros.
- Anexo G: Ensayo de compresión y corte.
- Anexo H: Ensayo “Caída de ladrillo de adobe”.
- Anexo J: Ensayo de Resistencia a la flexo tracción.
- Anexo K: Requisitos adicionales para el adobe In situ y Cob.
- Anexo L: Revestimientos de superficie.
- Anexo M: Pisos de tierra.

d.2.2 Conceptos:

- Curado: Es la acción del agua que actúa en el tiempo en una masa de suelo estabilizado, causando que esta se consolide por un estabilizador.

d.3 La norma NZS 4299, cuyo título es Construcciones de Tierra que no Requieren un Diseño Especifico, establece requerimientos de diseño y construcción de viviendas con adobe, ladrillos prensados de tierra, tierra apisonada y tierra vertida que no requieren un diseño específico para proporcionar soluciones viables en un gran número de construcciones, a pesar de que tanto las cláusulas y tablas de esta contienen limitaciones específicas para cimentaciones, losas de piso y muros.

A continuación se citarán los artículos, conceptos y símbolos de la norma NZS 4299:

d.3.1 Artículos y anexos:

- Artículo 5: Muros.
- Artículo 7: Vigas.

- Artículo 8: Dinteles.
- Artículo 10: Juntas de control

d.3.2 Conceptos:

- Juntas de control: Junta necesaria que permite que un muro de adobe se expanda y se contraiga o de lo contrario, se mueva.
- e. La quinta fuente son los estudios e investigaciones recopilados de SENCICO, los cuales contienen resultados de trabajos de campo, laboratorio y gabinete sobre características físicas como esfuerzos y resistencias al corte, compresión y flexión de las construcciones de adobe simple, estabilizado y reforzado.

A continuación, dichos estudios e investigaciones se resumieron como sigue:

- **ENSAYOS CUASIESTÁTICOS DE MODELOS DE VIVIENDA DE DOS PISOS**

Trabajo de investigación en el que se aplicó ensayos cuasi estáticos a seis modelos de viviendas de adobe de dos pisos construidas sobre una plataforma de concreto armado. De los 6 modelos, el primero fue de adobe simple con una tecnología que se utiliza en la sierra y los cinco modelos restantes, fueron reforzados con carrizos verticales enteros y con carrizos horizontales partidos y con vigas collar de madera en las coronaciones de los muros del primer y segundo piso. Se describe el diseño y construcción de estos modelos así como el comportamiento estructural observado de los mismos durante los ensayos. Se observó que los modelos reforzados tuvieron un adecuado comportamiento sismoresistente, especialmente del segundo y sexto modelo, de los cuales los autores pudieron establecer una factibilidad estructural y socioeconómica. Además, de los resultados obtenidos de los ensayos estáticos se concluyó que podrían verificarse en un futuro mediante una serie de ensayos pseudodinámicos y sobre una mesa vibradora.

- **DISEÑO SÍSMICO DE CONSTRUCCIONES DE ADOBE**

Trabajo de investigación en el que se realizó el estudio del comportamiento sísmico de las construcciones de adobe para estudiar los mecanismos de falla para determinar la resistencia a la flexión, tracción y corte. Experimentalmente, también se estudió las propiedades mecánicas de albañilería de adobe estabilizado y/o reforzado para establecer esfuerzos admisibles al corte, compresión axial y compresión diagonal y obtener índices de resistencia.

- **ESTUDIO SÍSMICO DE CONSTRUCCIONES DE ADOBE**

Trabajo de investigación en el que se realizó diversos estudios sobre viviendas económicas de un piso de adobe simple y estabilizado, cuyos objetivos fueron: el desarrollo de una tecnología para la fabricación de bloques de suelo estabilizado con asfalto y de los procedimientos de construcción de las viviendas de adobe y la determinación de una serie de características del adobe que permitan un diseño sismoresistente. También se realizó estudios para las viviendas económicas de adobe y bloque estabilizado de dos pisos, en el que se desarrolló una metodología que solo alcanzó los resultados parciales llegándose a la conclusión que para determinar en forma más precisa y eficiente los esfuerzos de compresión, corte y flexión a través del módulo de elasticidad, esbeltez, resistencia del material, excentricidad, zonificación sísmica, tipo de suelo y tipo de material, se deben realizar más estudios en construcciones de dos pisos en diferentes regiones del país.

- **MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE ADOBE**

Manual que, además de contener la misma información del Manual de Edificaciones Antisísmicas de adobe del Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento, contiene información fundamental sobre diversos ensayos de laboratorio como la prueba granulométrica y la prueba de resistencia, las cuales fueron utilizadas para seleccionar adecuadamente la tierra para la preparación del adobe.

- **NUEVAS CASAS RESISTENTES DE ADOBE**

Manual que, además de contener la misma información del Manual de edificaciones antisísmicas de adobe del Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento, contiene información fundamental sobre el uso y preparación de una mezcla de tarrajeo hecha de barro mezclado con goma de tuna, la cual sirve para proteger a las construcciones de adobe de ambientes húmedos.

- **ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL SISMORESISTENTE**

Trabajo de investigación que desarrolla dos puntos fundamentales: el primero, que debido a la similitud de los muros portantes de adobe y las columnas de concreto, se realizó la evaluación de coeficientes de resistencia nominal a la compresión en el primero y los parámetros de variabilidad de resistencia real, variabilidad de cargas, excentricidad resultante y esbeltez del segundo. El segundo, estudia y analiza los coeficientes sísmicos y la resistencia en flexión sísmica en el plano vertical y horizontal, en el que en este último, se consideran los siguientes análisis: elástico, plástico, de muros de adobe con cargas horizontales también llamados muros de corte, estabilidad al volteo, de resistencia del encuentro de muros, de tracción de bloques de adobe, de deslizamiento de bloques en el encuentro de muros, de diseño de llaves de amarre y dinteles y de los muros de adobe.

- **RESISTENCIA SÍSMICA DE LA MAMPOSTERÍA DE ADOBE**

Trabajo de investigación en el que se analizó las características y propiedades fundamentales del suelo para que se pueda mejorar la resistencia sísmica de la mampostería de adobe y el efecto de algunos aditivos naturales que regulan y mejoran dichas características. También se analizó algunas técnicas de construcción con el propósito de difundir conclusiones y recomendaciones constructivas obtenidas.

- **TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN AUTÓCTONAS DEL PERÚ**

Trabajo de investigación en el que se desarrolló una tecnología para mejorar el adobe a través de procedimientos relacionados con la preparación del terreno y excavación; el diseño y ejecución de miembros estructurales como cimentaciones, muros, techos, pisos y acabados; a los materiales de construcción de viviendas de adobe como suelo, piedras y agua; estabilizadores como cemento polímeros y asfalto; los reforzamientos con paja, caña, bambú y malla de alambre; la elaboración del adobe con suelos estabilizados a través de procesos manuales y/o mecánicos; la preparación y tipos de morteros y por último, con los ensayos de: compresión, corte y compresión axial en pilas de adobe con juntas de mortero; de flexión y cargas perpendiculares a las juntas principales en 12 muretes pequeños; de cargas paralelas a las juntas principales y de volteo en muros.

- **SOLUCIONES SANITARIAS PARA VIVIENDAS ECONÓMICAS DE ADOBE Y QUINCHA**

Trabajo de investigación en el que se estudia soluciones sanitarias a través tres tipos de instalaciones: instalación de sistemas de agua potable e instalaciones interiores de agua con sus factores con adquisición de camiones cisternas y depósitos en cilindros embreados, pilares públicos, baños incompletos o lavaderos empíricamente realizadas y callejones de un solo caño; instalaciones para evacuación de desagües y alcantarillado con disposición directa sobre el suelo en el fondo del lote, acequias cercanas que cumplen las veces de botadero, letrinas sanitarias de características similares a los botaderos y cajas de desagüe de la conexión domiciliaria con instalación de aparatos sanitarios convencionales.

- **ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE VIVIENDAS MIXTAS DE ADOBE Y QUINCHA**

Trabajo de investigación sobre el diseño de un modelo hecho de adobe y quincha, el cual es una estructura mixta de dos pisos donde el primer piso es de adobe y el

segundo piso de quincha prefabricada. Este modelo proporciona y especifica las dimensiones y distribución de sus miembros estructurales para obtener resultados y conclusiones sobre rigidez, aceleración y tiempo de colapso, principales fallas, deformaciones y respuestas dinámicas. Además, este modelo se sometió a ensayos de vibración forzada, estático cíclico y pseudodinámico con los que se logró obtener sus propiedades dinámicas y comportamientos sismoresistentes.

- f. La sexta fuente es citar al Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), la cual es una entidad de Tratamiento Especial de Sector Vivienda, Construcción y Saneamiento. Tiene como finalidad la formación de los trabajadores del sector construcción, la educación superior no universitaria, el desarrollo de Investigaciones vinculadas a la problemática de la vivienda y edificación así como a la propuesta de normas técnicas de aplicación nacional. Su función principal, en el sector de construcción, es la de resolver diaria y eficientemente las necesidades sociales dentro de un contexto de avances tecnológicos, globalización económica y permanente cambio de escenarios.

- g. La séptima fuente es citar al Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) creado en noviembre de 1992 mediante el Decreto Ley N° 25868, es un Organismo Público Especializado adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros, con personería jurídica de derecho público interno. En consecuencia, goza de autonomía funcional, técnica, económica, presupuestal y administrativa (Decreto Legislativo No 1033). Tiene como funciones la promoción del mercado y la protección de los derechos de los consumidores. Además, fomenta en la economía peruana una cultura de leal y honesta competencia, resguardando todas las formas de propiedad intelectual: desde los signos distintivos y los derechos de autor hasta las patentes y la biotecnología.

- h. La octava fuente es el proyecto de actualización de la NTE 080, el cual propone mejorarla mediante la incorporación de aportes sobre inclusión de tecnología constructiva con tapial y de consideraciones para la conservación de estructuras históricas de tierra, modificación de algunos valores para la tecnología constructiva

con adobe y unificación en una sola norma de las tecnologías de construcción con tierra (adobe y tapial). Su estructura es la siguiente:

- Artículo 1. Alcance.
- Artículo 2. Objetivos.
- Artículo 3. Glosario
- Artículo 4. Requisitos Generales para la construcción de tierra.
- Artículo 5. Requisitos específicos para la construcción con tapial.
- Artículo 6. Requisitos específicos para la construcción con adobe.
- Artículo 7. Anexos

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Normas Peruanas

- Norma Peruana de adobe: Norma Técnica de Edificaciones 080 (NTE 080).
- Guía Peruana 001: Directrices para la redacción, estructuración y presentación de normas técnicas peruanas

3.1.2 Normativa de Nueva Zelanda

- Norma NZS 4297: Diseño de Ingeniería para Construcciones de Tierra.
- Norma NZS 4298: Materiales y mano de obra para Construcciones de Tierra.
- Norma NZS 4299: Construcciones de tierra que no requieren Diseño Especifico.

3.2 Métodos

El presente trabajo se ejecutó en cuatro etapas:

- Etapa 1: Análisis de compatibilidad entre la NTE 080 con cada una de las normas de Nueva Zelanda.

- Etapa 2: Análisis comparativo entre la NTE 080 con cada una de las normas de Nueva Zelanda.
- Etapa 3: Análisis y resumen de los estudios e investigaciones recopilados.
- Etapa 4: Elaboración de la propuesta de mejora.

3.2.1 Etapa 1: Análisis de compatibilidad de la NTE 080 con cada una de las normas de Nueva Zelanda

Se revisó la información de los capítulos tanto de la NTE 080 como de las normas de Nueva Zelanda para determinar la compatibilidad de información sobre el adobe. Por ello se elaboraron 16 cuadros donde se señala el ítem, el capítulo de la NTE 080, la Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana y donde por cada cuadro se adjuntó, de manera complementaria, la justificación de cada uno de estos donde se aclara si hay o no compatibilidad de información.

Cabe mencionar que en algunos cuadros, se colocó un guion en la norma de adobe peruana debido a que el ítem en análisis no figura en ninguno de los artículos de la NTE 080.

a. **Análisis de compatibilidad entre la NTE 080 y la norma NZS 4297**

Cuadro 1: Análisis de compatibilidad en la estructura de ambas normas

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Estructura de ambas normas.	NTE 080.	Normas: NZS 4297, NZS 4298 y NZS 4299.	Modificar los artículos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 y agregar un artículo nuevo; el artículo 10 en el cual se anexarán ensayos normativos e informativos y un método de gabinete (primer aspecto que se analizó entre la NTE 080 con cada una de las normas NZS 4297, NZS 4298 y la NZS 4299).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: Tanto la NTE 080 como la Normativa de Nueva Zelanda tienen una estructura y un contenido definido que tratan del adobe, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

Cuadro 2: Análisis de compatibilidad en los materiales de construcción

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Materiales de construcción alternativos al adobe.	-	Generalidades (Artículo 1 de la norma NZS 4297)	No es factible incluir en la NTE 080 el estudio de los materiales de construcción alternativos al adobe: ladrillo prensado de tierra, tierra vertida, la tierra apisonada, adobe reforzado y/o estabilizado y las construcciones de tierra de grados estándar y de grado especial (segundo aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4297).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: La NTE 080 no estudia estos materiales de construcción, por lo tanto no hay compatibilidad de información.

Cuadro 3: Análisis de compatibilidad sobre las construcciones de adobe

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Construcciones de adobe en términos generales.	Requisitos generales (Artículo 2 de la NTE 080).	Criterios de rendimiento (Artículo 3 de la norma NZS 4297).	Modificar el artículo 2 de la NTE 080 con los criterios de rendimiento: durabilidad, y contracción (tercer aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4297).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: Tanto la NTE 080 y la norma NZS 4297 contienen requisitos generales para las construcciones de adobe, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

Cuadro 4: Análisis de compatibilidad sobre métodos sísmicos

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Estudios sísmicos.	Comportamiento sísmico de las construcciones de adobe (Artículo 5 de la NTE 080).	Método para determinar la resistencia sísmica de muros de adobe no reforzado (Anexo B de la norma NZS 4297).	Crear un artículo nuevo; artículo 10: Método para determinar la resistencia sísmica de muros de adobe no reforzado (cuarto aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4297).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: Tanto la NTE 080 y la norma NZS 4297 contienen estudios sísmicos, por lo tanto hay compatibilidad de información.

Cuadro 5: Análisis de compatibilidad sobre reforzamientos

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Reforzamientos.	Sistema estructural (Artículo 6 de la NTE 080)	Materiales y mano de obra (Artículo 8 de la norma NZS 4297).	No es factible incluir en la NTE 080 el estudio de reforzamientos (quinto aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4297).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: La NTE 080 no estudia los tipos de reforzamientos que establece la norma NZS 4298, por lo tanto no hay compatibilidad de información.

Cuadro 6: Análisis de compatibilidad sobre los principios y requisitos de diseño

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Principios y requisitos de diseño.	Esfuerzos admisibles y diseño de muros (Artículos 8 y 9 de la NTE 080 respectivamente)	Resistencia y capacidad de servicio (Artículos 5, 6 y 7 de la norma NZS 4297).	Modificar el artículo 8 y 9 de la NTE 080 con el estudio y desarrollo de los principios y requisitos de diseño para la resistencia y último estado límite; flexión con o sin cargas axiales en el cual incluye parámetros como esbeltez, excentricidad, dispersión de cargas concentradas, capacidad de cargas concentradas; y corte en el cual se establece las disposiciones para el diseño de muros y elementos estructurales sometidos a cargas sísmicas (sexto aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4297).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: Tanto la NTE 080 y la norma NZS 4297 contienen principios y requisitos de diseño, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

b. **Análisis de compatibilidad entre la NTE 080 y la norma NZS 4298**

Cuadro 7: Análisis de compatibilidad sobre preparación del adobe

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Preparación del adobe.	Unidad y bloque de adobe (Artículo 4 de la NTE 080).	Materiales y mano de obra (Artículo 2 de la norma NZS 4298).	Modificar el artículo 4 de la NTE 080 con los conceptos y etapas de curado y secado en la preparación del adobe simple (segundo aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4298).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: Tanto la NTE 080 y la norma NZS 4298 contienen conceptos, requisitos y recomendaciones sobre la preparación del adobe, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

Cuadro 8: Análisis de compatibilidad sobre accesorios de construcción

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Colocación de tuberías.	-	Materiales y mano de obra (Artículo 2 de la norma NZS 4298).	Modificar el artículo 6 de la NTE 080 con los requisitos y recomendaciones para la colocación de tuberías en los muros de adobe simple (tercer aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4298).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: La información sobre accesorios de construcción, como tuberías, de la norma NZS 4298 se incluyó en la propuesta de mejora para complementar el artículo 6 de la NTE 080, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

Cuadro 9: Análisis de compatibilidad sobre morteros tipo I y II

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Morteros tipo I y II	Morteros (Artículo 7 de la NTE 080).	Materiales y mano de obra (Artículo 2 de la norma NZS 4298).	Modificar el artículo 7 de la NTE 080 con la proporción, los requisitos, características, propiedades, uso de las mezclas y uso de mezclas con otros aditivos alternativos (cuarto aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4298).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: Tanto la NTE 080 y la norma NZS 4298 contienen información sobre morteros, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

Cuadro 10: Análisis de compatibilidad sobre requerimientos adicionales al adobe

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Requerimientos adicionales para el adobe.	Adobe (Artículo 4 de la NTE 080).	Requerimientos adicionales para el adobe (Artículo 4 de la norma NZS 4298).	Modificar el artículo 4 de la NTE 080 con las características, usos, dimensiones y requisitos principales y complementarios para el adobe simple (quinto aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4298).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: Tanto la NTE 080 y la norma NZS 4298 contienen información sobre el adobe, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

Cuadro 11: Análisis de compatibilidad sobre juntas de control

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Juntas de control.	Morteros y esfuerzos admisibles (Artículo 7 y 8 de la NTE 080 respectivamente).	Requerimientos adicionales para el adobe (Artículo 4 de la norma NZS 4298).	Modificar el artículo 6 de la NTE 080 con información sobre las juntas de control (sexto aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4298).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: La información sobre las juntas de control de la norma NZS 4298 se incluyó en la propuesta de mejora para complementar el artículo 6 de la NTE 080, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

Cuadro 12: Análisis de compatibilidad sobre ensayos

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Ensayos de laboratorio.	Esfuerzos admisibles (Artículo 8 de la NTE 080)	Anexos C, D, F, G, H, J, K, L y M de la norma NZS 4298.	Crear un artículo nuevo; artículo 10: conformado por el método para la determinación de la resistencia de unidad de especímenes, 6 ensayos normativos: ensayo para evaluar el estado húmedo/seco, ensayo de erosión, ensayo de contracción para morteros, ensayos de compresión y corte, ensayo de caída de ladrillo de tierra y ensayo de resistencia a la flexo tracción. Y 3 anexos informativos (octavo aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4298).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: Tanto la NTE 080 y la norma NZS 4298 contienen ensayos de laboratorio, por lo tanto hay compatibilidad de información.

c. **Análisis de compatibilidad entre la NTE 080 y la norma NZS 4299**

Cuadro 13: Análisis de compatibilidad sobre muros y arriostres

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Muros y arriostres.	Elementos de arriostre (Artículo 6, de la NTE 0.80).	Muros (Artículo 5 de la norma NZS 4299).	Modificar el artículo 6 de la NTE 080 con los requisitos y usos de arriostres horizontales y verticales (segundo aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4299).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: Tanto la NTE 080 y la norma NZS 4299 contienen información sobre muros y arriostres, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

Cuadro 14: Análisis de compatibilidad sobre techos

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Techos.	Techos (Artículo 6 de la NTE 080).	Vigas (Artículo 7 de la norma NZS 4299).	Modificar el artículo 6 de la NTE 080 con los tipos de vigas sin diafragma e intersección de estas (tercer y cuarto aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4299).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: Tanto la NTE 080 y la norma NZS 4299 contienen información sobre techos y los miembros estructurales en él, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

Cuadro 15: Análisis de compatibilidad sobre dinteles de madera

Ítem	Norma de adobe peruana	Norma de Nueva Zelanda	Propuesta de mejora de la norma de adobe peruana
Dinteles de madera.	-	Dinteles (Artículo 8 de la norma NZS 4299).	Modificar el artículo 6 de la NTE 080 con especificaciones de dinteles de madera (quinto aspecto que se analizó entre la NTE 080 y la norma NZS 4299).

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Justificación: La información sobre los dinteles de madera de la norma NZS 4299 se incluyó en la propuesta de mejora para complementar el artículo 6 de la NTE 080, por lo tanto si hay compatibilidad de información.

3.2.2 Etapa 2: Análisis comparativo de la NTE 080 con cada una de las normas de Nueva Zelanda

Una vez terminado el análisis de compatibilidad de información, se realizó el análisis comparativo entre la NTE 080 con cada una de las normas de Nueva Zelanda de la siguiente manera:

- a. Del resultado obtenido del análisis de compatibilidad se realizó el análisis comparativo por cada uno de los mismos ítems para encontrar todas las diferencias.
- b. Con estas diferencias, se determinó que información puede complementar los artículos de la NTE 080.
- c. Cada artículo modificado se muestra en la propuesta de mejora.

3.2.3 Etapa 3: Análisis y resumen de los estudios e investigaciones recopilados de SENCICO

En el capítulo III de revisión de literatura; punto e, se recopilaron, analizaron y resumieron un total de 10 documentos entre estudios e investigaciones más importantes de SENCICO, los cuales no se analizaron comparativamente con la NTE 080 debido a que no han sido evaluados y verificados por el Sistema Peruano de Normalización, es decir que no tienen la aprobación de una opinión profesional técnica especializada y por lo tanto no están normalizados. Sin embargo, cabe mencionar que estos documentos contienen información igual e incluso más importante que la NTE 080.

3.2.4 Etapa 4: Elaboración de la propuesta de mejora

En esta etapa se procedió de la siguiente manera:

- a. De la Guía peruana 001, se utilizó las disposiciones de homogeneidad, coherencia, objetividad y claridad para redactar adecuadamente la propuesta de mejora.
- b. Cada artículo modificado que fue incluido en la propuesta de mejora se le dio el mismo formato de la NTE 080 para que tenga una uniformidad estructural, orden lógico y una redacción simple y concisa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 RESULTADOS

Este capítulo se desarrolló en dos partes: en la primera parte se realizó un análisis comparativo entre la NTE 080 con cada una de las normas de adobe de Nueva Zelanda, debido a que en esta hay información específica y elemental sobre diseño, flexión, tracción, corte, compresión, elementos estructurales, ensayos, morteros y criterios, características y usos del adobe que ameritan incorporar en la NTE 080. Y en la segunda parte, con los resultados de dicho análisis, se elaboró la propuesta de mejora.

4.1.1 Primera parte: Análisis comparativo entre la NTE 080 con las tres normas de Nueva Zelanda

4.1.1.1 Análisis comparativo entre la NTE 080 con la norma NZS 4297

- a. El primer aspecto que se analizó fue la estructura de ambas normas, ya que la estructura de la norma NZS 4297 está mejor elaborada, es decir que tiene un índice, normas relacionadas a esta para utilizar o consultar, alcances, generalidades, principios y consideraciones complementarias en cada capítulo. También contiene 2 apéndices los cuales son métodos de gabinete y no ensayos de laboratorio.
- b. El segundo aspecto que se analizó fue los materiales de construcción, ya que la norma NZS 4297 no solo estudia el adobe sino también otros materiales de construcción alternativos como el ladrillo prensado de tierra, tierra vertida, tierra apisonada y las construcciones de tierra de grados estándar y de grado especial. Todos estos no han sido abordados en el presente trabajo debido a dos razones fundamentales: la primera,

que no han sido tratados en la NTE 080 y la segunda, que la Normativa de adobe de Nueva Zelanda estudia los reforzamientos y estabilizadores de estos para establecer conceptos, principios, características, parámetros, comportamientos y condiciones de construcción, es decir que son utilizados como materiales reforzados y/o estabilizados debido a que los coeficientes sísmicos en Nueva Zelanda son altos; van desde 0.5 hasta 0.9, mientras que nuestro país son de 0.2 en la selva, 0.3 en la sierra y 0.4 en la costa.

- c. El tercer aspecto que se analizó fueron los criterios de rendimiento que no se aborda en la NTE 080 pero que debido a su importancia en toda construcción de adobe o de tierra se resumieron a continuación:
- **Durabilidad:** El tiempo de vida de una construcción de adobe o tierra no será menor a 50 años. Es decir que, para que este tipo de viviendas tengan una óptima durabilidad, el espesor de los muros no debe disminuir de los 300 mm, realizar un adecuado mantenimiento en todas las superficies y reparar todo daño superficial que se pueda generar debido a la fuerza del viento, lluvias, orientación del muro, resistencia del material del muro a la intemperie, calidad del recubrimiento, acabado superficial, grado de estabilización del material o cualquier otra fuente de humedad que se origine por alguna filtración, colapso de tuberías o canalización de las aguas pluviales.
 - **Contracción:** Es una característica de los muros no estabilizados la cual va depender de la cantidad y tipo de arcilla, es decir que las grietas en muros de tierra no estabilizados y en ladrillos de adobe se generan cuando se secan. Por ello se debe de tener en cuenta el detallamiento de las juntas de control tanto en muros como en ladrillos para poder mantener la impermeabilidad e integridad estructural.
- d. El cuarto aspecto que se analizó fueron los apéndices de la norma en análisis, de los cuales sólo se tomó el apéndice B de y no el apéndice A debido a que en este último hay parámetros que se calculan de otra norma neozelandesa; la NZS 4203, y que por lo tanto esta fuera de los alcances del presente trabajo.

- e. El quinto aspecto que se analizó fueron los reforzamientos con barras de acero en las construcciones de adobe los cuales tampoco fueron abordados en el presente trabajo de titulación debido a que no hay compatibilidad de información con la NTE 080, ya que esta última establece el uso de otro tipo de reforzamientos con otros materiales como arriostres, caña de madera o similares, mallas de alambre, columnas y vigas de concreto armado. Cabe recalcar, como se mencionó anteriormente en el segundo aspecto del presente análisis comparativo, que el uso este tipo de reforzamientos se debe a los coeficientes sísmicos de Nueva Zelanda.
- f. El sexto aspecto que se analizó fue el estudio y análisis de cargas, del cual solo se tendrá en cuenta los principios y requisitos de diseño más importantes que no están en la NTE 080 ya que pueden servir como información complementaria para que las construcciones de adobe sean diseñadas con una mayor eficiencia, es decir, para que tengan una respuesta elásticamente efectiva ante cargas sísmicas. Estos son:

f.1 Resistencia y capacidad funcional de servicio

En este punto la norma establece tres puntos importantes:

- Las estructuras y sus miembros estructurales serán diseñados para que las resistencias de diseño sean, por lo menos, igual a las resistencias requeridas para que se pueda asegurar un rendimiento adecuado en el estado límite de servicio y en el último estado límite y así evitar deflexiones. Los cálculos de estas, se obtienen por la combinación de cargas factorizadas y fuerzas aplicadas.
- Para el último estado límite, la resistencia nominal de un elemento o de su sección transversal se calcula de la siguiente:

$$S^* \leq \phi S_n$$

Donde:

$$S^* = \text{Carga aplicada.}$$

S_n = Resistencia nominal que es igual a la resistencia de diseño de un elemento o sección transversal en términos de carga, momento, corte o esfuerzo.

ϕ = Capacidad del factor de reducción.

El término ϕ puede tomar varios valores:

$\phi = 0,60$ para la compresión axial y soporte

$\phi = 0,80$ para la flexión

$\phi = 0,70$ para corte

- Para que la deflexión no afecte la capacidad funcional de servicio, el espesor de los muros, que no estén acoplado a un tabique o alguna construcción que pueda sufrir daños a causa de deflexiones, no debe tomar valores menores a los siguientes:

Simplemente apoyado	:	$h / 18$	ó	$L / 18$
Un extremo continuo	:	$h / 21$	ó	$L / 21$
Ambos extremos continuo	:	$h / 22$	ó	$L / 22$
Viga voladiza	:	$h / 8$	ó	$L / 8$

Donde:

h = Altura libre de un elemento entre los soportes laterales horizontales o para un elemento sin apoyo horizontal en la parte superior la altura total es desde la parte inferior del soporte lateral.

L = Longitud libre de un muro entre soportes laterales verticales.

f.2 Flexión con o sin carga axial

El lado estructural de un muro de adobe o columna que soporta las cargas verticales será la superficie vertical en el miembro, a través del cual el corte longitudinal no puede ser transferido e incluirá:

- El lado actual o superficie vertical del miembro.
- Una junta de control en el miembro.
- Un mortero de una junta vertical.

Los miembros estructurales se diseñarán como no reforzados, lo cual implica que la norma establece los siguientes factores para el diseño de las fuerzas de compresión y flexión vertical o solo el diseño de compresión: excentricidad efectiva de carga en un muro, carga axial de diseño en el último estado limite, factor de reducción, la relación de esbeltez, la zona de dispersión y la capacidad de carga de una carga concentrada.

A continuación, la norma desarrolla el diseño de las las fuerzas de compresión y flexión vertical de la siguiente manera:

- f.2.1 En un muro o pilar aislado que está sujeta a compresión y flexión, las fuerzas verticales y de flexión estarán combinadas en la parte superior e inferior del miembro estructural en el que se tendrá en cuenta que la fuerza vertical actúa con excentricidad efectiva estáticamente equivalente, e , en cada extremo y la combinación de cargas no excederá el valor numérico de $tw/6$.

Donde:

e = Excentricidad de una fuerza vertical.

tw = Espesor total del muro o pilar donde se toma en cuenta cualquier junta raspada o escarbada cuya profundidad puede ser mayor de 3 mm.

f.2.2 Para la flexión uniaxial o simple y la compresión sobre miembros simétricos uniformes serán diseñados de manera que se cumpla la siguiente relación:

$$N^* \leq k \phi f_e A_b$$

Donde:

N^* = Carga axial de diseño en la ultimo estado limite actuando sobre una sección determinada.

k = Factor de reducción para la esbeltez y excentricidad dado en el cuadro 16.

f_e = Resistencia a la compresión de la construcción de un muro de tierra.

A_b = Área de la sección transversal de tierra

A continuación, se muestra un cuadro donde se relaciona los términos k , e , tw y relación de esbeltez, S_r :

Cuadro 16: Factor de reducción (k) para la esbeltez y excentricidad

Relación de Esbeltez (S_r)	Factor de reducción (k)				
	La excentricidad para la relación de espesor (e/tw)				
	≤ 0.05	0.10	0.20	0.30	0.33
6	1.00	0.78	0.56	0.38	0.32
8	0.94	0.73	0.54	0.34	0.29
10	0.88	0.67	0.49	0.31	0.25
12	0.82	0.62	0.45	0.27	0.22
14	0.76	0.56	0.40	0.23	0.18
16	0.70	0.51	0.35	0.20	0.15
18	0.64	0.45	0.31	0.16	0.11

FUENTE: NORMA NZS 4297

Notas:

- ✓ Los valores con un S_r mayor que 6, significa que habrá falla por aplastamiento por compresión y si el S_r es menor que 6, entonces habrá falla por inestabilidad lateral.
- ✓ Se podrá interpolar valores.
- ✓ Se puede utilizar una excentricidad mayor tanto en la parte superior como en la parte inferior.
- ✓ Los valores de k para $e/tw = 0.05$ se aplica solo a columnas.

f.2.3 Para la compresión se tendrá que cuando la carga axial de diseño en la sección transversal de un miembro estructural, N^* , cumpla con la siguiente fórmula:

$$N^* < 0.5 f_e A_b$$

Entonces, ese elemento deberá estar diseñado como un muro o columna.

Donde:

N^* = Carga axial de diseño en el último estado límite.

f_e = Resistencia a la compresión de la construcción muros de tierra

A_b = Área de la sección transversal de tierra

f.2.4 La relación de esbeltez, S_r , (dado en el cuadro 16) sobre un eje principal de un elemento vertical que se apoya verticalmente a lo largo de uno o de ambos extremos superior e inferior es:

$$S_r = \alpha_v h/t$$

Donde:

h = altura del miembro estructural

t = espesor o profundidad de un muro perpendicular al eje principal en consideración.

$a_v = 0,75$ para un miembro apoyado lateralmente y rotacionalmente restringido en la parte superior e inferior.

= 0,85 para un miembro apoyado lateralmente en la parte superior e inferior y rotacionalmente restringida a sólo uno de ellos.

= 1,00 para un miembro apoyado lateralmente y en rotacionalmente libre en la parte superior e inferior.

= 2,00 para un miembro soportado lateralmente y rotacionalmente restringida a sólo su parte inferior.

f.2.5 Cargas concentradas

Cada carga concentrada de compresión que actúa sobre un miembro de tierra será asumida como dispersión de cargas concentradas y en cada sección transversal dentro de esa misma zona de dispersión, será designado como capacidad de carga de la carga concentrada. Es decir:

f.2.5.1 En la dispersión de cargas concentradas a través de los miembros de las construcciones de tierra se tomará un ángulo de 45° (respecto de la horizontal) desde el perímetro de la zona de apoyo de la carga a la profundidad media del miembro estructural, pero esta dispersión no se extiende:

- En la zona de dispersión de una carga concentrada adyacente en el elemento; o
- Más allá del extremo estructural de los miembros de una construcción de tierra (muros y/o columnas).

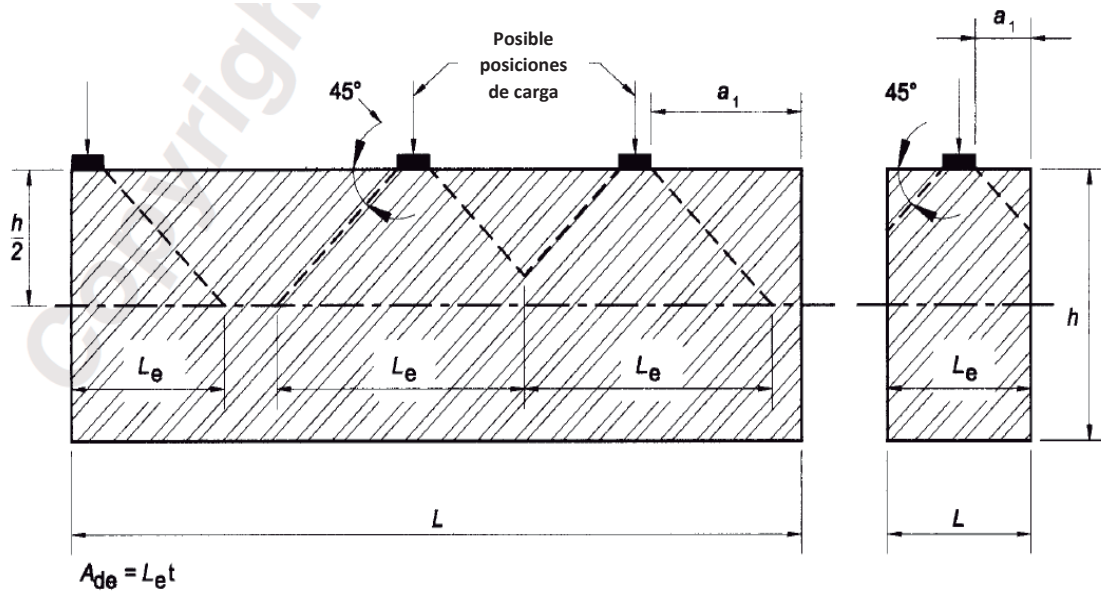


Figura 1: Posición de cargas y áreas efectivas de dispersión

FUENTE: NORMA NZS 4297

f.2.5.2 La capacidad de carga bajo una carga concentrada maneja el mismo concepto que la dispersión de cargas concentradas pero la diferencia radica en que la capacidad de carga estudia las secciones transversales simétricas y uniformes, pero exceptuando:

- La carga axial de diseño (N^*) que actúa sobre cualquier sección transversal dada, la cual incluirá la carga concentrada de diseño más una fracción de otras fuerzas de compresión que actúan sobre el área de sección transversal (A_b) en consideración.
- El momento de flexión de diseño (M^*) que actúa sobre la misma sección transversal en consideración, el cual incluirá el momento de flexión, si los hubiese, de la carga concentrada de diseño más una fracción del momento de flexión de otras cargas y fuerzas que actúan sobre el área de la sección transversal (A_b).
- Además, los miembros estructurales serán diseñados para satisfacer la siguiente ecuación para cada sección transversal dentro de la zona de dispersión de la carga concentrada:

$$N^* \leq \phi K_b N_o$$

Donde:

N_o = Resistencia nominal a la compresión de una sección transversal suficientemente corta donde los efectos de esbeltez no pueden influir.

K_b = Factor de soporte concentrado y puede tomar los siguientes valores:

= Para secciones transversales a una distancia mayor que 0,25 h por debajo del nivel de soporte de la carga concentrada sobre el elemento, K_b será igual a 1.

= Para las secciones transversales a una distancia menor o igual que 0,25 h por debajo del nivel de soporte de la carga concentrada sobre el elemento, k_b toma dos valores:

= Si incluye unidades huecas de albañilería sin lechada (grout):

$$K_b = 1$$

= Si incluye unidades de albañilería sólida o sin núcleo o albañilería con lechada:

$$K_b = \frac{0.55 (1 + 0.5 A_1/L)}{(A_{ds}/A_{de})^{0.33}}$$

ó

$$K_b = 1.5 + A_1/L$$

Donde:

K_b = Tomará el menor valor resultante pero a su vez no será menor que 1.

A_{ds} = Área de dispersión o de capacidad portante de la carga concentrada en el diseño de la sección transversal bajo consideración.

A_{de} = Área efectiva de dispersión de la carga concentrada en el elemento a media altura.

A_1 = Distancia desde el extremo del muro al extremo más cercano del área de capacidad portante.

L = Longitud libre del muro.

f.2.6 Para la tracción combinada y la flexión en los muros originados por fuertes vientos se utilizará lo estipulado en el anexo B, ya que esto puede generar la reducción efectiva de las cargas axiales de gravedad disminuyendo la resistencia a la flexión de un muro.

f.2.7 Finalmente para el diseño de la flexión horizontal y vertical desde fuerzas provisionales fuera del plano se tendrá; que para el diseño de flexión horizontal los muros de adobe deben tener al menos 4 lineamientos adyacentes y para el diseño de la flexión vertical lo estipulado en el anexo B.

f.3 Corte

Para el corte, la norma establece principios generales y requerimientos para el diseño de muros de adobe por corte y torsión con flexión y con o sin carga axial. Estos son:

f.3.1 Capacidad de corte:

El diseño de un muro de adobe no reforzada, sujeta a fuerzas de corte con o sin fuerzas simultáneas de compresión que actúan a través del plano de corte, será tal que la siguiente relación satisface la combinación del diseño de las fuerzas de corte que actúan simultáneamente, V^* , y la resistencia (mínima) a la compresión, f_d , que actúa en la sección transversal en consideración, es decir:

$$V^* \leq \phi [f_{es} A_b + k_v f_d A_b]$$

ó

$$V^* \leq 5 \phi f_{es} A_b$$

De los cuales, se toma el menor valor.

Donde:

V^* = Diseño de la fuerza de corte que actúa en la sección transversal de un elemento en último estado límite.

f_{es} = Resistencia al corte de tierra.

A_b = Área de la sección transversal de tierra.

k_v = Factor de corte que toma diferentes valores dependiendo de las fuerzas que actúan sobre los miembros estructurales.

f_d = Esfuerzo de compresión que actúa sobre una sección bajo cargas de diseño.

ϕ = Factor de capacidad de reducción

f.3.2 Desarrollo de la resistencia al corte longitudinal:

Donde sea necesario transferir fuerzas de corte a través de las intersecciones de un muro y las juntas verticales de mortero en construcciones de adobe, la unión o atadura a través del plano de corte será una unión de superposición o traslape.

f.3.3 Diseño de muros de corte

Los muros de corte deben ser diseñados de acuerdo a lo establecido, por la norma en análisis, para la flexión con o sin carga axial y el corte, es decir: muros o pilar aislado

que está sujeta a compresión y flexión, la flexión uniaxial o simple, la compresión sobre miembros simétricos uniformes, relación de esbeltez, cargas concentradas, capacidad de corte, desarrollo de la resistencia al corte longitudinal y el uso del anexo B. Y además, también se incluirá:

- Cuando las fuerzas laterales son resistidas por dos o más muros de corte que actúan juntos, las acciones de carga y fuerza se distribuirán entre los muros de corte usando los principios de análisis estructurales, tomando en cuenta la rigideces relativas de los muros bajo estas acciones y los efectos de los vanos, si los hubiera, en muros.
- En el diseño para la compresión y las fuerzas laterales en el plano, la capacidad de resistencia de un muro de corte bajo compresión y flexión en la dirección de la longitud del muro será evaluada teniendo en cuenta las bases de las propiedades de toda la sección transversal monolítica del muro.

f.3.4 Además, la norma en análisis también plantea otros principios y requerimientos adicionales para miembros diseñados para las cargas sísmicas:

- El diseño de la fuerza de corte en miembros estructurales sometidos principalmente a flexión, será determinado a partir de fuerzas transversales estáticas sobre el miembro, con la sobrerresistencia a la flexión desarrollada en la ubicación más probable de las secciones críticas dentro del miembro o en miembros estructurales adyacentes, junto con la carga de gravedad y con el factor de carga apropiado.
- Se puede utilizar un factor de reducción de capacidad, $\phi = 1$, cuando el k_v sea igual a 0.3.
- El diseño de la fuerza de corte en miembros estructurales sometidos a la combinación de cargas axiales y flexión será determinada a partir de las fuerzas estáticas en el miembro, con la menor combinación probable de los máximos momentos extremos probables, y donde sea apropiado, con la sobrerresistencia a la flexión en secciones críticas.

- Cuando una estructura está diseñada para desempeñar una ductilidad limitada, se efectuará una apropiado redistribución de las cargas de corte.

4.1.1.2 Análisis comparativo entre la NTE 080 con la norma NZS 4298

- a. El primer aspecto del presente análisis es el mismo del análisis comparativo entre la NTE 080 y la norma NZS 4297, es decir que se analizó la estructura de ambas.
- b. El segundo aspecto que se analizó el curado y secado, ya que la NTE 080 solo aborda el concepto de secado como un ciclo de recomendaciones para la elaboración del adobe simple, a comparación de la norma NZS 4298 define el curado y establece las etapas de secado que se deben de realizar que antes de la colocación de los ladrillos de adobe. El curado se define como el proceso de cambios químicos que involucra el agua junto con el cemento, cal y arcilla, seguido de la evaporación del agua, el encogimiento o contracción de los muros cuyo periodo puede durar hasta seis meses, el consiguiente aumento de densidad en seco y un aumento en la fuerza de unión entre las partículas. Se lleva a cabo por “secado al aire” durante un mínimo de 28 días, protegido de vientos y lluvias y también de la luz solar directa durante los primeros cuatro días de curado.

Si en caso se incorporan a los materiales cemento Portland tendrán un mínimo de una semana de curado húmedo antes del secado en un ambiente exterior y en el caso que incorporan cal hidratada el curado será en húmedo por un mínimo de tres semanas antes del secado.

- c. El tercer aspecto que se analizó fue los accesorios de construcción ya que la norma en análisis establece que durante la construcción se pueden colocar accesorios como alambres, varillas y tuberías los cuales van a depender del encogimiento o contracción y expansión térmica de los muros. De estos tres accesorios de construcción, se tomó las recomendaciones para tuberías los cuales son:

- Las tuberías para drenaje, electricidad u otro servicio no deben exceder los 200 mm del ancho del muro.
 - En caso de que en los muros se hagan acanaladuras, estas tendrán en una profundidad máxima de 30 mm.
 - No es recomendable empotrarlas en los muros debido a la posibilidad de fugas y la dificultad de mantenimiento.
 - Serán totalmente revestidos y en caso de un cambio en la dirección de estos, se colocara suficiente material compresible para evitar cualquier expansión y contracción.
- d. El cuarto aspecto que se analizó fueron los morteros tipo I y dos II ya que la información sobre morteros de la NTE 080 solo nombra tres aditivos y algunos de sus usos en construcción mas no hay una proporción, requisitos y recomendaciones de estos. Por ello, las diferencias encontradas de estos dos tipos de morteros son:
- d.1 Para morteros de arena/cemento:
- Incluirá cal hidratada.
 - La relación arena/cemento estará dentro del rango de 6: 1 a 12: 1. La mezcla deberá contener suficiente arcilla para que sea trabajable. Cuando se trabaja con arena fina se requerirá un plastificante.
 - La relación arena/cal hidratada estará dentro del rango de 6: 1 a 12: 1. En este caso, la cal se pre-remojo durante dos 2 horas como mínimo para que la mezcla sin grumos, es decir homogénea y trabajable.
 - La arena debe contener suficiente arcilla obtener un mortero graso.

- El espesor superficial en el que se va a colocar los ladrillos deberá tener un espesor mínimo de 15 mm.
- d.2 Para morteros de tierra:
- Los morteros mezclados del mismo suelo que los ladrillos no necesitan ser probado, excepto para el ensayo de contracción.
 - La paja solo será adicionada si es que hay paja en los ladrillos o cuando los morteros tiene un alto contenido de arcilla se puede adicionar paja o también arena para evitar los agrietamientos.
 - Cualquier agrietamiento, agujero o daño menor en la estructura causada por lluvias o cambios climáticos podrá ser reparado con los mismos materiales de mortero.
 - El espesor superficial en el que se va a colocar los ladrillos deberá tener un espesor mínimo de 10 mm.
- e. El quinto aspecto que se analizó fueron los usos, dimensiones y requisitos complementarios para el adobe, los cuales son:
- e.1 Además del cemento, se pueden utilizar la cal hidratada y emulsión bituminosa para la estabilización del adobe en muros portantes y estructurales.
- e.2 Se usan selladores superficiales para mejorar la resistencia a la erosión.
- e.3 El material del suelo a utilizar para los ladrillos de adobe se debe remojar durante al menos 12 horas a menos que se utilice cemento para su estabilización.

- e.4 Se debe tener en cuenta que algunos suelos harán que los ladrillos sean más estables y resistentes de lo normal, para lo cual puede determinarse mediante ensayos.
- e.5 Si en caso se utiliza paja, se va a cortar en longitudes que no excedan la mitad del espesor de cualquier muro acabado. No es habitual añadir cemento y paja para mezclas de tierra.
- e.6 Existen factores que limitan la fabricación de una infinidad diferentes tamaños de ladrillos de adobe. Estos son:
- El peso el cual puede ser manejado con seguridad y eficiencia.
 - La necesidad de mantener la unión en las esquinas. Una alternativa es producir una serie de ladrillos más largos para este propósito mientras que se trabaja con ladrillos más pequeños en muros de unión superpuestas directamente.
 - El exceso de agrietamiento por contracción puede ocurrir con algunos suelos con excepción los ladrillos de menor tamaño, para lo cual, puede añadirse arena a una mezcla para ayudar a reducir la contracción.
- e.7 No hay tamaños preferidos de ladrillos nominales pero en los muros exteriores de Nueva Zelanda necesitan ser mínimo de 280 mm (nominal) de espesor para el rendimiento térmico.
- e.8 Los ladrillos se fijarán en un patrón de unión de traslape donde las capas posteriores están traslapan entre el 25% y el 75% de la longitud de ladrillo. El traslape mínimo deberá producirse en las esquinas en ángulo recto incluyendo ambas intersecciones T y en L.

- e.9 Debido al método de fabricación se utilice para los ladrillos de adobe, estos pueden variar de 10 – 15 mm de espesor. Como tal, los alineamientos de los morteros también pueden variar de 15 – 50 mm de espesor para acomodar cualquier tipo de variación. Dependiendo de la exactitud dimensional de las unidades, un alineamiento de mortero muy delgado harán que los ladrillos estén unos sobre otros sin embargo las juntas de mortero de mayor espesor causarán que los muros se desplomasen durante el curado.

- e.10 Para la fijación de los accesorios de construcción, como postes o marcos de carpintería, en un muro todos los ladrillos de adobe por debajo del nivel de amarre son los primeros en asentarse y estabilizarse.

- e.11 Los accesorios de construcción, marcos y refuerzos verticales empotrados en los muros serán detallados para tener en consideración el encogimiento o contracción, de manera que se pueda asegurar que el encogimiento se produzca sin fijarse.

- e.12 Los perpends, definidas como juntas perpendiculares entre dos ladrillos, serán de espesor suficiente para mantener la unión entre los ladrillos dentro de un mismo alineamiento.

- f. El sexto aspecto que se analizó fueron las juntas de control, ya que la norma en análisis establece que estas se deben utilizar en todo tipo de construcciones de tierra (con ladrillo prensado de tierra, tierra vertida, tierra apisonada, de grado estándar y de grado especial) a excepción las que han sido hechas con adobe y morteros que no contienen cemento. Sin embargo, se les puede dar un uso alternativo ya que la NTE 080 establece algunos requerimientos. Su finalidad es asegurar que los espaciamientos no generen grietas y evitar tanto contracciones como desplazamientos, es decir, mantener la durabilidad e integridad estructural. En el caso que se haga uso de las juntas de control, se debe considerar los siguientes factores: estabilidad del suelo del sitio, zona sísmica e integridad global y estructural de la construcción, y se deben colocar como de la siguiente manera:

- En un lado de una abertura de hasta 1200 mm de ancho.
 - En ambos lados de una abertura más de 1200 mm de ancho.
 - En cambios bruscos en la altura del muro.
 - En cambios de espesor del muro.
 - Cuando el trabajo de ladrillos de tierra es soportado por un dintel, en cada extremo del dintel.
- g. El séptimo aspecto que se analizó fue los apéndices, de los cuales se incluyeron los siguientes:
- Apéndice D
 - Apéndice F
 - Apéndice H
 - Apéndice J
 - Apéndice K
 - Apéndice L
 - Apéndice M

4.1.1.3 Análisis comparativo entre la NTE 080 con la norma NZS 4299

- a. El primer aspecto que se analizó también es el mismo que se realizó en el primer aspecto del análisis comparativo entre la NTE 080 y la norma NZS 4297, es decir que se analizó la estructura de ambas.

- b. El segundo aspecto que se analizó fueron los arriostres ya que la NTE 080 también estudia este miembro estructural, para los cual la norma NZS 4299 establece seis requerimientos fundamentales los cuales son:
 - b.1 Como se sabe, los muros deben tener un espesor mínimo de 280 mm y un máximo será de 350 mm para cualquier superficie incluso en superficies terminadas con yeso, siendo los mismos requerimientos estipulados en la NTE 080 para resistir tanto cargas verticales como cargas horizontales. Para resistir cargas verticales se debe construir muros estructurales de tierra, colocar dinteles de madera apoyados sobre estos y miembros estructurales en techos como vigas y viguetas. Y los requerimientos para resistir cargas horizontales (vientos horizontales y cargas sísmicas) son construir muros arriostrados de tierra en cada una de las dos direcciones principales de la construcción cuyas líneas paralelas de arriostramiento no serán mayores de 6 m entre ellas y a 90 ° entre sí como se puede apreciar en la figura adjunta:

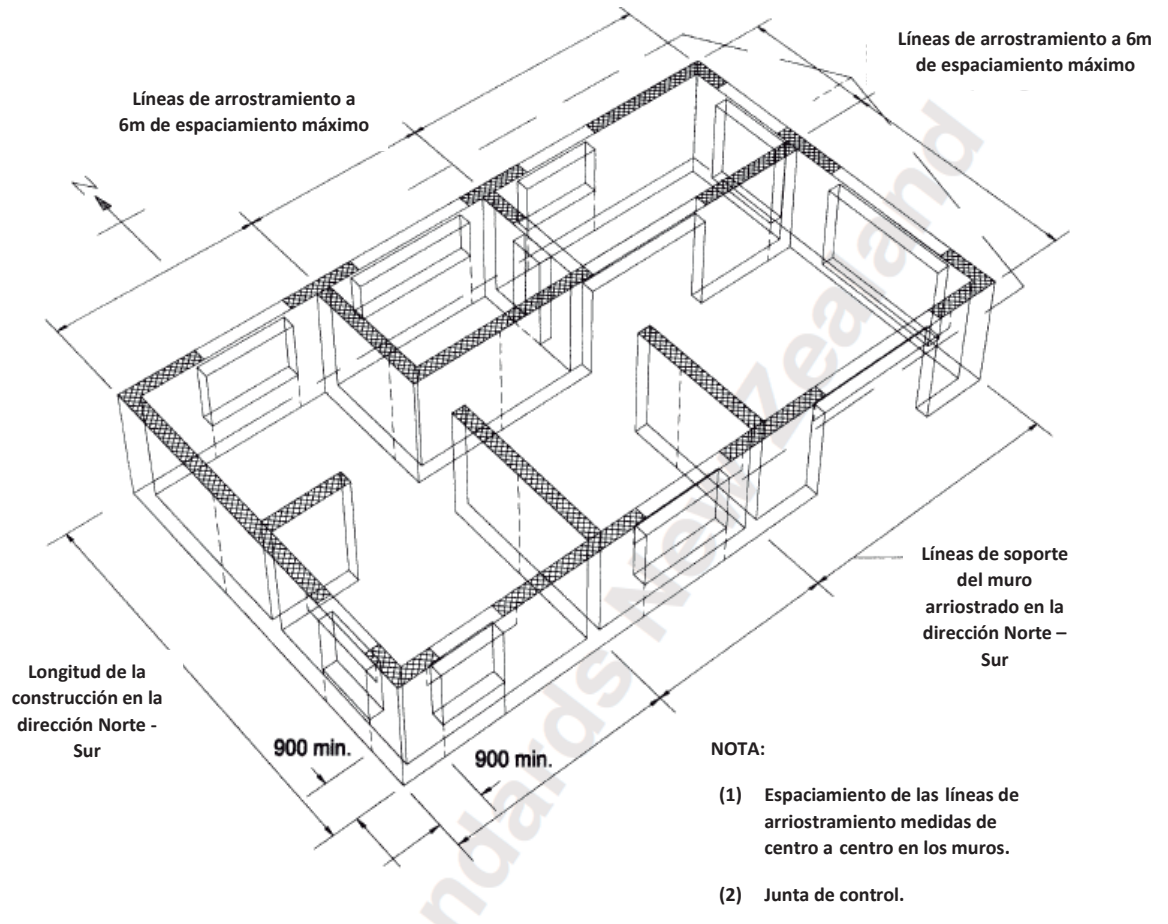


Figura 2: Sistema de soporte de las líneas de arriostamiento y vanos en las esquinas externas

FUENTE: NORMA NZS 4299

- b.2 La línea de arriostamiento es para representar la línea combinada de acción de todos los muros considerados que actúan sobre esa línea.
- b.3 Los muros arriostrados puede ser un máximo de uno 1 m en ambos lados de su línea de apoyo para contribuir a la capacidad total de arriostamiento de esa misma línea.
- b.4 Los ángulos en la línea de soporte del muro arriostado puede contribuir a la capacidad total de arriostamiento de esa línea de la siguiente manera:

- 30° en una dirección y 60° para la otra dirección, 0.87 y 0.5 veces la capacidad total de arriostramiento del muro arriostrado;
 - 45° en ambas direcciones, 0.7 veces la capacidad total de arriostramiento del muro arriostrado.
- b.5 La demanda de arriostramiento para muros de tierra no reforzados de varios tipos de construcciones, longitudes de las construcciones y espaciamientos de las líneas de soporte de los muros arriostrados será el 50% de los valores de los siguientes cuadros:

Cuadro 17: Demanda de arriostramiento para líneas de soporte arriostradas, muros de tierra de una sola planta, techo ligero

Grosor del muro o altura de una planta o muro (mm)	Longitud de la construcción en dirección de los muros arriostrados	Demanda de arriostramiento (unidades de arriostramiento en mm)					
		Muros exteriores			Muros interiores		
		Espaciamiento de la línea de soporte (m)			Espaciamiento de la línea de soporte (m)		
		3.0	4.5	6.0	3.0	4.5	6.0
Grosor de muros: 280 Altura: 2400	6	310	370	430	420	540	660
	9	465	555	645	630	810	990
	12	620	740	860	840	1080	1320
	15	775	925	1075	1050	1350	1650
	21	1086	1295	1505	1470	1890	2310
Grosor de muros: 280 Altura: 2750	6	355	424	493	481	619	756
	9	533	636	739	722	928	1134
	12	711	848	985	962	1237	1512

<<continuación>>

	15	888	1060	1232	1203	1546	1890
	21	1243	1484	1724	1684	2165	2646
Grosor de muros: 350 Altura: 2400	6	388	463	537	525	675	825
	9	581	694	806	787	1012	1237
	12	775	925	1075	1050	1350	1649
	15	969	1156	1344	1312	1687	2062
	21	1357	1619	1881	1837	2362	2886
Grosor de muros: 350 Altura: 2400	6	444	530	616	601	703	945

FUENTE: NORMA NZS 4299

Cuadro 18: Demanda de arriostramiento para líneas de soporte arriostradas, muros de tierra de una sola planta, planta hecha en parte de madera y techo ligero

Grosor del muro o altura de una planta o muro (mm)	Longitud de la construcción en dirección de los muros arriostrados	Demanda de arriostramiento (unidades de arriostramiento en mm)					
		Muros exteriores			Muros interiores		
		Espaciamiento de la línea de soporte (m)			Espaciamiento de la línea de soporte (m)		
		3.0	4.5	6.0	3.0	4.5	6.0
Grosor de muros: 280 Altura: 2400	6	351	428	504	503	656	809
	9	527	642	757	754	983	1213
	12	703	856	1009	1005	1311	1617
	15	879	1070	1261	1257	1639	2021

<<continuación>>

	21	1230	1498	1765	1759	2295	2830
Grosor de muros: 280 Altura: 2400	6	403	490	578	576	751	926
	9	604	735	867	864	1126	1389
	12	805	980	1156	1151	1502	1852
	15	1006	1225	1444	1439	1877	2315
	21	1409	1716	2022	2015	2628	3242
Grosor de muros: 280 Altura: 2400	6	439	535	630	628	819	1010
	9	659	802	945	942	1229	1516
	12	878	1069	1261	1256	1639	2021
	15	1098	1337	1576	1570	2048	2526
	21	1537	1872	2206	2198	2867	3536
Grosor de muros: 350 Altura: 2750	6	503	613	722	719	938	1157
	9	755	919	1083	1079	1408	1736

FUENTE: NORMA NZS 4299

- b.6 También se habla de la capacidad de arriostamiento de los muros de tierra no reforzados, como se muestra en el cuadro 19.

Cuadro 19: Capacidad de arriostamiento de muros de tierra no reforzadas

Longitud de muro (L) (m)	Altura de muro hasta un máximo de 3.3m
	Unidades de arriostamiento proporcionadas
Grosor de muro: 280mm	
1.5	45
1.8	65
2.1	90
2.4	115
2.7	145
3.0	180
> 3.0	20 x L2
Grosor de muro: 280mm	
1.5	55
1.8	80
2.1	110
2.4	145
2.7	185
3.0	225
> 3.0	25 x L2

FUENTE: NORMA NZS 4299

- c. El tercer aspecto que se analizó fue sobre los tipos de vigas de madera sin diafragmas estructurales mostradas en el cuadro 20:

Cuadro 20: Vigas de madera sin diafragmas estructurales

Tipos de vigas y tamaño mínimo (mm)	Aplicación de muros de tierra	Espacio máximo entre muros de arriostramiento transversal
		Techos livianos (m)
Madera		
200 x 50		3.0
200 x 75		3.8
200 x 100		4.5
250 x 50	Una planta o un solo piso para todos los tipos	4.0
250 x 75		4.8
250 x 100		5.4
300 x 50		4.8
300 x 75		5.7
300 x 100		6.0

FUENTE: NORMA NZS 4299

- d. El cuarto aspecto que se analizó fue sobre información que complementa el tercer aspecto del presente análisis comparativo ya que la norma en análisis establece como son las intersecciones de las vigas de madera sin diafragma en los que las juntas se colocarán solo en las esquinas e intersecciones de los muros, como se muestra en la figura 3:

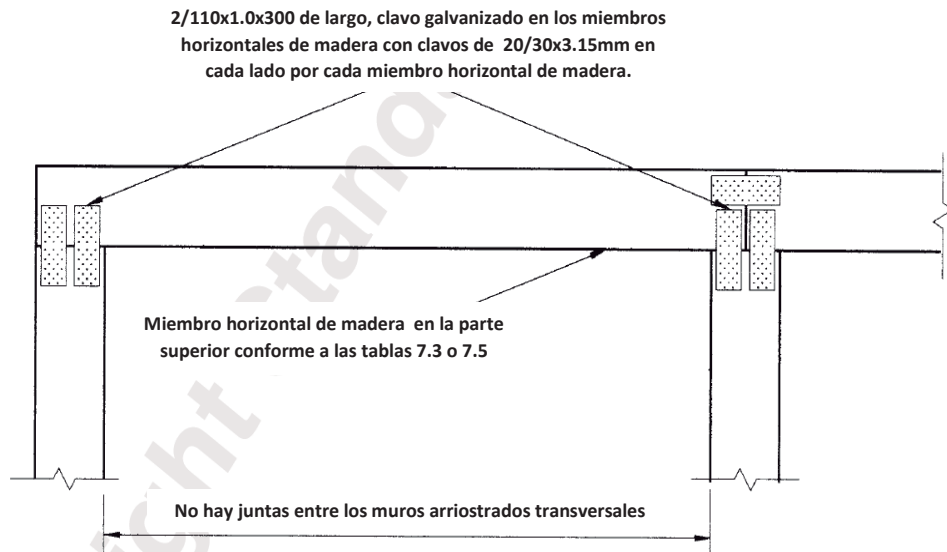
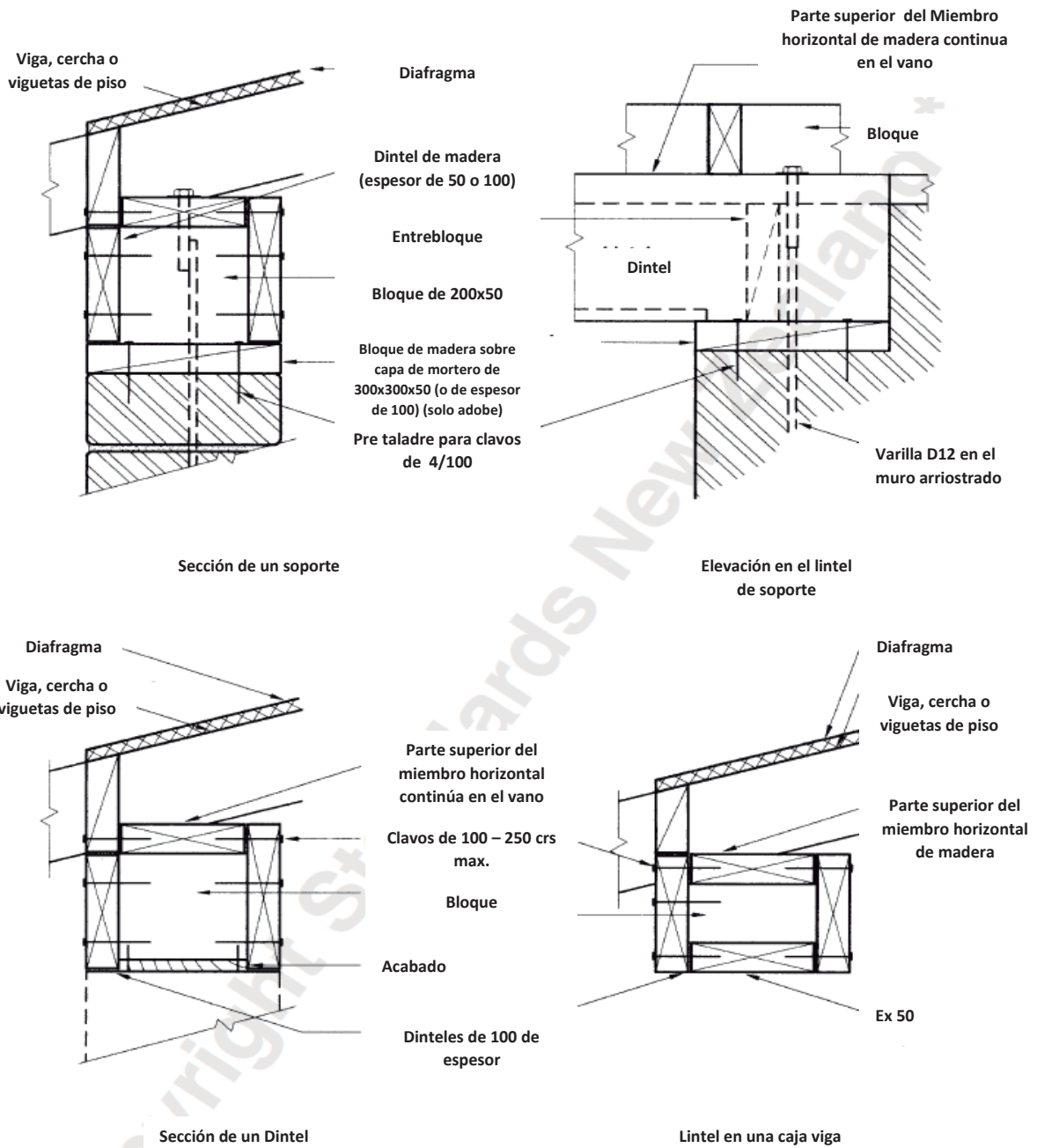


Figura 3: Conexión de vigas de madera o de la parte superior de los miembros horizontales de madera sin diafragmas estructurales.

FUENTE: NORMA NZS 4299

- e. El quinto aspecto que se analizó fue sobre los dinteles de madera, ya que en la NTE 080 menciona que solo puede haber dinteles en las puertas y ventanas, mientras que la norma en análisis establece que deberán ser colocados un mínimo de 300 mm sobre los muros de tierra en ambos lados de cualquier vano y que si en caso sean más estrecho que el ancho del muro, se sostendrán sobre un bloque de madera de un espesor mínimo de 50 mm. Estas disposiciones se muestran en la figura 4:



NOTA:

- (1) No clavar dinteles por debajo de un bloque debido a que la contracción puede agrietar los ladrillos
- (2) Estos detalles se aplican a dinteles con Viga, cercha o viguetas de piso.

Figura 4: Dinteles de madera apoyado por arriba de los marcos de madera

FUENTE: NORMA NZS 4299

4.1.2 Segunda parte: Elaboración de la propuesta de mejora de la norma de adobe peruana

PROPUESTA DE MEJORA NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN DE ADOBE

ARTÍCULO 1: Alcance

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

ARTÍCULO 2: Requisitos Generales

- 2.1 El proyecto arquitectónico de edificaciones de adobe deberá adecuarse a los requisitos que se señalan en la presente Norma.
- 2.2 Las construcciones de adobe simple y adobe estabilizado serán diseñadas por un método racional basado en los principios de la mecánica, con principios de comportamiento elástico.

- 2.3 Las construcciones de adobe deben seguir los siguientes criterios de desempeño:
- **Durabilidad:** El tiempo de vida de una construcción de adobe o tierra no será menor a 50 años. Es decir que, para que este tipo de viviendas tengan una óptima durabilidad, el espesor de los muros no debe disminuir de los 300 mm, realizar un adecuado mantenimiento en todas las superficies y reparar todo daño superficial que se pueda generar debido a la fuerza del viento, lluvias, orientación del muro, resistencia del material del muro a la intemperie, calidad del recubrimiento, acabado superficial, grado de estabilización del material o cualquier otra fuente de humedad que se origine por alguna filtración, colapso de tuberías o canalización de las aguas pluviales.
 - **Encogimiento o contracción:** Es una característica de los muros no estabilizados la cual va depender de la cantidad y tipo de arcilla, es decir que las grietas en muros de tierra no estabilizados y en ladrillos de adobe se generan cuando se secan. Por ello se debe de tener en cuenta el detallamiento de las juntas de control tanto en muros como en ladrillos para poder mantener la impermeabilidad e integridad estructural.
- 2.4 Las construcciones de adobe se limitarán a un solo piso en la zona sísmica 3 y a dos pisos en las zonas sísmicas 2 y 1 definidas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente. Por encima del primer piso de adobe, podrán tenerse estructuras livianas tales como la de quincha o similares.
- 2.5 No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos, ni arcillas expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones cauces de avalanchas, aluviones o huaycos o suelos con inestabilidad geológica.
- 2.6 Dependiendo de la esbeltez de los muros, se deberá incluir la colocación de refuerzos que mejoren el comportamiento integral de la estructura.

ARTÍCULO 3: Definiciones

3.1 Adobe

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

3.2 Adobe Estabilizado

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

3.3 Curado

Proceso de cambios químicos relacionados con el agua junto con el cemento, cal y arcilla, seguido de la evaporación del agua acompañado normalmente por el encogimiento o contracción de muros que puede tomar un periodo de hasta seis meses, el consiguiente aumento de densidad en seco y un aumento en la fuerza de unión entre las partículas.

3.4 Mortero

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

3.5 Arriostre

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

3.6 Altura Libre de Muro

Es la distancia vertical libre entre miembros de arriostre horizontales.

3.7 Largo Efectivo

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

3.8 Esbeltez

Relación entre la altura libre del muro y su espesor.

3.9 Muro Arriostrado

Es un muro cuya estabilidad lateral está confiada a un elemento de arriostre horizontal y/o vertical.

3.10 Extremo Libre de Muro

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

3.11 Vigas Collar o Soleras

Son miembros de uso obligatorios que generalmente conectan a los entrepisos y techos con los muros. Adecuadamente rigidizados en su plano, actúan como miembros de arriostre horizontal (Ver Sección 6.4).

3.12 Contrafuerte

Es un arriostre vertical construido con este único fin.

3.13 Juntas de control

Material que evita que el adobe se expanda, se contraiga o en el peor de los casos, que los muros se deslicen.

ARTÍCULO 4: Unidad o Bloque de Adobe

4.1 Requisitos Generales

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

4.2 Formas y Dimensiones

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

4.2.1 Para adobes rectangulares el largo será aproximadamente el doble del ancho.

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

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

4.3 Recomendaciones para su Elaboración

Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de cinco 5 mm y otros elementos extraños y mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas. Secar los adobes bajo sombra. El “secado al aire” debe realizarse durante un mínimo de 28 días, protegido de vientos y lluvias y también de la luz solar directa durante los primeros cuatro días de curado.

Si en caso se incorporan a los materiales cemento Portland tendrán un mínimo de una semana de curado húmedo antes del secado en un ambiente exterior y en el caso que incorporan cal hidratada el curado será en húmedo por un mínimo de tres semanas antes del secado.

4.4 Los requerimientos adicionales para el adobe son:

- a. Además del cemento, se pueden utilizar la cal hidratada y emulsión bituminosa para la estabilización del adobe en muros portantes y estructurales.
- b. Usar selladores superficiales para mejorar la resistencia a la erosión.
- c. El material del suelo a utilizar para los ladrillos de adobe se debe remojar durante al menos 12 horas a menos que se utilice cemento para su estabilización.
- d. Hay suelos que hacen que los ladrillos de adobe sean más estables y resistentes de lo normal, por lo que deben realizarse los ensayos correspondientes.
- e. Si en caso se utiliza paja, se va a cortar en longitudes que no excedan la mitad del espesor de cualquier muro acabado. No es habitual añadir cemento y paja para mezclas de tierra.
- f. Los factores que limitan fabricar una infinidad diferentes tamaños de ladrillos de adobe son:
 - El tamaño y por lo tanto de peso, los cuales pueden ser manejados con seguridad y eficiencia.

- La necesidad de mantener la unión en las esquinas. Una alternativa para este propósito es producir una serie de ladrillos más largos mientras que se trabaja con ladrillos más pequeños que están superpuestos directamente en los muros de unión.
 - El exceso de agrietamiento por contracción puede ocurrir con algunos suelos a excepción los ladrillos de menor tamaño por lo cual puede añadirse arena a una mezcla para ayudar a reducir la contracción.
 - La paja puede ser añadido para controlar el secado ya que permite que el interior del ladrillo se seque de forma similar en el exterior reduciendo así los efectos que pueden causar agrietamiento.
- g. No hay tamaños preferidos de ladrillos nominales pero en los muros exteriores necesitan ser mínimo de 280 mm (nominal) de espesor para mantener un adecuado rendimiento térmico.
- h. Los ladrillos estarán fijados en un patrón de unión de traslape donde las capas posteriores están traslapan entre el 25% y el 75% de la longitud de ladrillo. El traslape mínimo deberá producirse en las esquinas en ángulo recto incluyendo ambas intersecciones T y en L.
- i. Debido al o a los métodos de fabricación, los ladrillos de adobe pueden variar de 10 – 15 mm de espesor. Como tal, los alineamientos de los morteros pueden variar de 15 – 50 mm de espesor para acomodar todo tipo de variaciones. Dependiendo de la exactitud dimensional de las unidades, un alineamiento de un mortero muy delgado podría formar que los ladrillos estén unos sobre otros, sin embargo las juntas de mortero de mayor espesor causarán que los muros se desplomasen durante el curado.
- j. El asentamiento vertical causado por la contracción de los morteros será proporcionado cuando se construyan los muros. En la fijación entre los muros y

accesorios como postes o marcos de carpintería, todos los ladrillos de adobe por debajo del nivel de amarre serán los primeros en asentarse y estabilizarse.

- k. Los perpend, también definidas como juntas perpendiculares entre dos ladrillos serán de espesor suficiente para mantener la unión entre los ladrillos dentro de un mismo alineamiento.

ARTÍCULO 5: Comportamiento Sísmico de las Construcciones de Adobe

5.1 Comportamiento Sísmico de las Construcciones de Adobe

Las fallas de las estructuras de adobe no reforzadas, debidas a sismos, son frágiles. Usualmente la poca resistencia a la tracción de la albañilería produce la falla del amarre de los muros en las esquinas, empezando por la parte superior; esto a su vez aísla los muros unos a otros y conduce a una pérdida de estabilidad lateral, produciendo el desplome del mismo fuera de su plano. Si se controla la falla de las esquinas, entonces el muro podrá soportar fuerzas sísmicas horizontales en su plano las que pueden producir el segundo tipo de falla que es por fuerza cortante. En este caso aparecen las típicas grietas inclinadas de tracción diagonal. Las construcciones de adobe deberán cumplir con las siguientes características generales de configuración:

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

5.2 Fuerzas Sísmica Horizontales

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

$$H = S U C P$$

Donde:

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

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

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

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

TABLA 1

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

FUENTE: NTE 080

TABLA 2

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

FUENTE: NTE 080

5.3 Comportamiento del adobe Frente a Cargas Verticales

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

TABLA 3

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

FUENTE: NTE 080



Ver artículo 10

FUENTE: NTE 080

5.4 Protección de Construcciones de Adobe

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

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

ARTÍCULO 6: Sistema Estructural

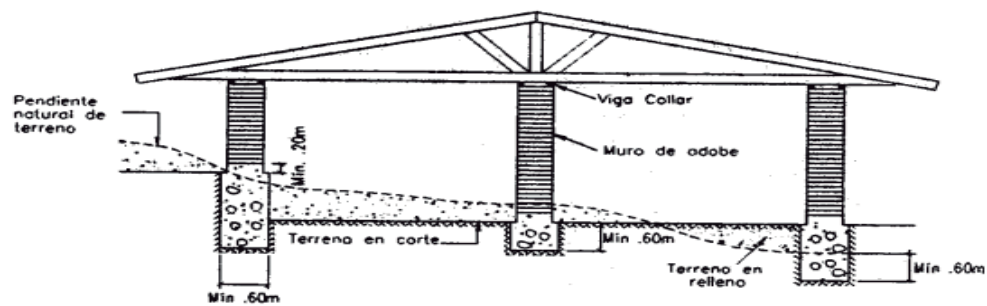
El sistema estructural de las construcciones de adobe estará compuesto de:

1. Cimentación
2. Muros
3. Juntas de control
4. Miembros de arriostre horizontal
5. Miembros de arriostre vertical
6. Entrepiso y techo
7. Refuerzos

6.1 Cimentación

- 6.1.1 No se harán construcciones de adobe en suelos granulares sueltos, en suelos cohesivos blandos ni en arcilla expansivas. Tampoco en zonas propensas a inundaciones, cauces de avalanchas, aluviones o huaycos, o suelos con inestabilidad geológica.
- 6.1.2 La cimentación deberá transmitir la carga de los muros al terreno de acuerdo a su esfuerzo permisible y tendrá una profundidad mínima de 60 cm medida a partir del terreno natural y un ancho mínimo de 40 cm.
- 6.1.3 Los cimientos para los muros deberán ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra. En zonas no lluviosas de comprobada regularidad e imposibilidad de inundación, se permitirá el uso de mortero Tipo II para unir la mampostería de piedra (Ver Sección 7.2).
- 6.1.4 El sobrecimiento deberá ser de concreto ciclópeo o albañilería de piedra asentada con mortero tipo I (Ver sección 7.1) y tendrá una altura tal que sobresalga como mínimo 20 cm sobre el nivel del suelo (Ver figura 2).

FIGURA 2: CIMENTACIONES



FUENTE: NTE 080

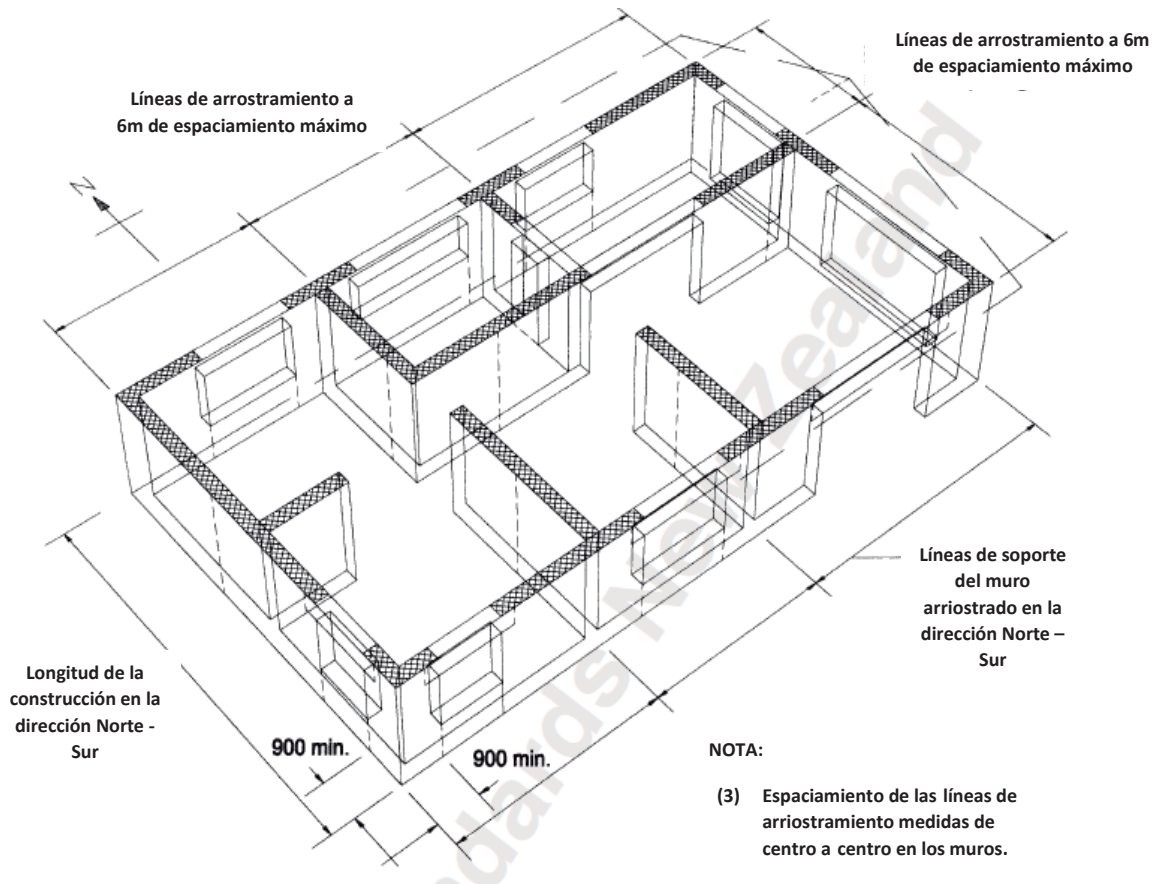
6.2 Muros

- 6.2.1 Deberá considerarse la estabilidad de todos los muros. Esto se conseguirá controlando la esbeltez y utilizando arriostre o refuerzos.

6.2.2 Las unidades de adobe deberán estar secas antes de su utilización y se dispondrá en hiladas sucesivas considerando traslapes tal como se muestra en la Figuras 4 y 5.

6.2.3 El espesor de los muros se determinará en función de la altura libre de los mismos y la longitud máxima del muro entre arriostres verticales será de 12 veces el espesor del muro (ver Tabla 4). Para resistir cargas verticales se debe colocar dinteles de madera apoyados sobre estos y miembros estructurales en techos como vigas y viguetas. Y para resistir cargas horizontales (vientos horizontales y cargas sísmicas) son construir muros arriostrados de adobe en cada una de las dos direcciones principales de la construcción cuyas líneas paralelas de arriostramiento no serán mayores de 6 m entre ellas y a 90° entre sí como se puede apreciar en la figura adjunta:

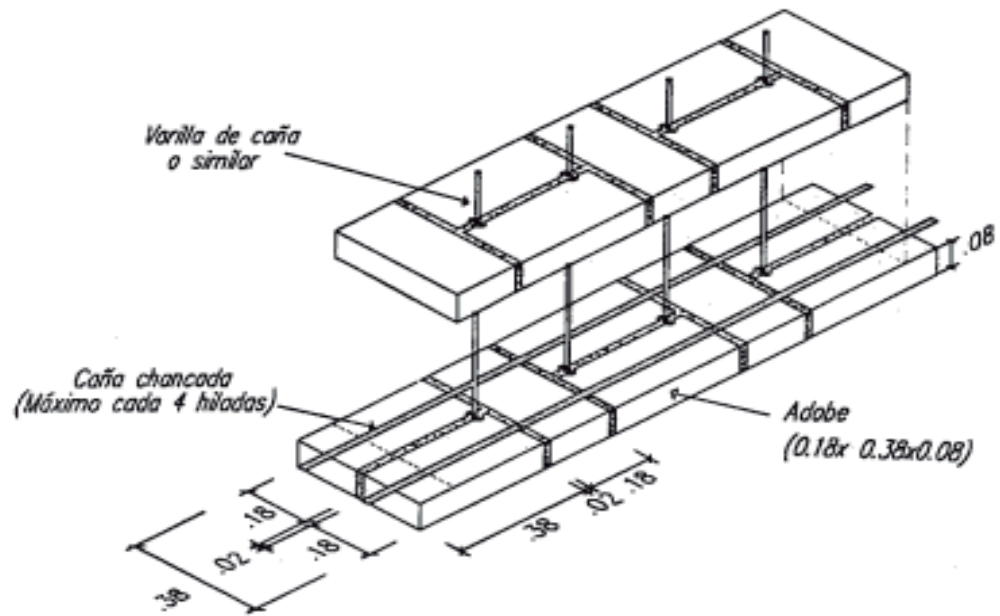
FIGURA 3: SISTEMA DE SOPORTE DE LAS LÍNEAS DE ARRIOSTRAMIENTO Y VANOS EN LAS ESQUINAS EXTERNAS



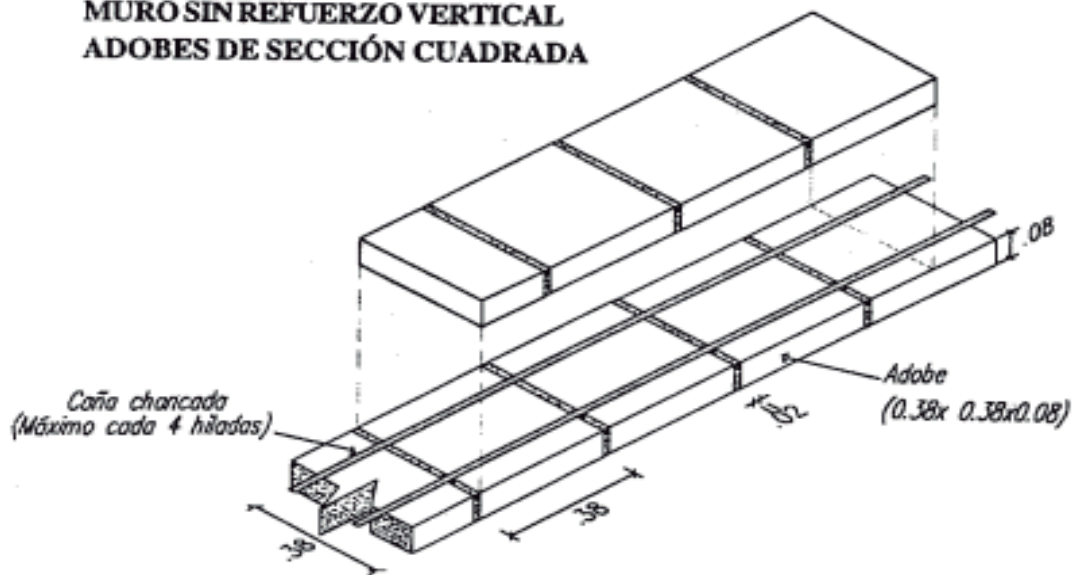
FUENTE: NORMA NZS 4299

- 6.2.4 En general los vanos deberán estar perfectamente centrados. El borde vertical no arriostrado de puertas y ventanas deberá ser considerado como borde libre. El ancho máximo de puertas y ventanas (vanos) será de 1/3 de la longitud del muro y la distancia entre el borde libre al arriostre vertical más próximo no será menor de 3 ni mayor de cinco 5 veces el espesor del muro. Se exceptúa la condición de 3 veces el espesor del muro en el caso que el muro esté arriostrado al extremo (Ver Figura G1).
- 6.2.5 Como refuerzo se podrá utilizar cualquier material de los especificados en la Sección 6.5.
- 6.2.6 Los muros deberán ser diseñados para garantizar su resistencia, según lo especificado en la Sección 8.
- 6.2.7 En caso de muros cuyos encuentros sean diferentes de 90° se diseñarán bloques especiales detallándose los encuentros.
- 6.2.8 Para la colocación de tuberías se tienen las siguientes recomendaciones:
- Las tuberías de servicio para drenaje, electricidad u otro servicio no deben exceder los 200 mm del ancho del muro.
 - En caso de que en los muros se hagan acanaladuras, tendrá en una profundidad máxima de 30 mm.
 - No es recomendable empotrarlas en los muros debido a la posibilidad de fugas y la dificultad de mantenimiento.
 - Serán totalmente revestidas y en caso de un cambio en la dirección, se colocara suficiente material compresible para evitar cualquier expansión y contracción.

FIGURA 4: MURO REFORZADO CON CAÑA O SIMILIAR VERTICAL Y HORIZONTAL

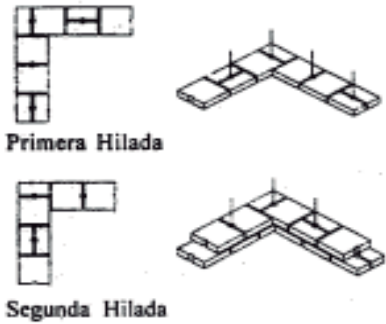
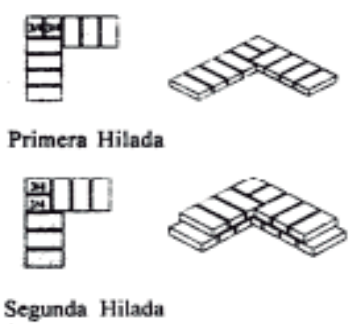
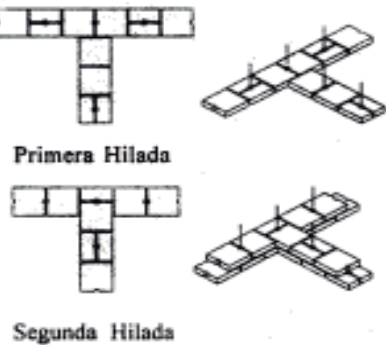
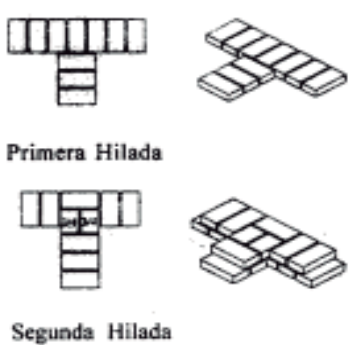
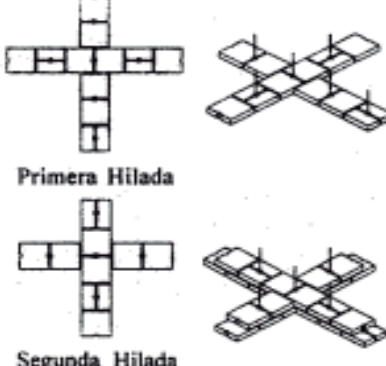
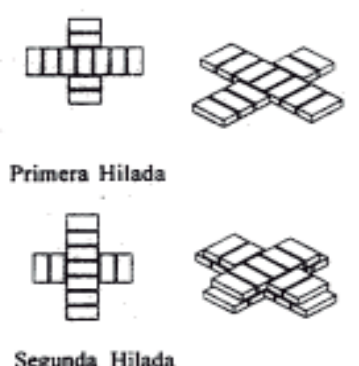


**MURO SIN REFUERZO VERTICAL
ADOBES DE SECCIÓN CUADRADA**



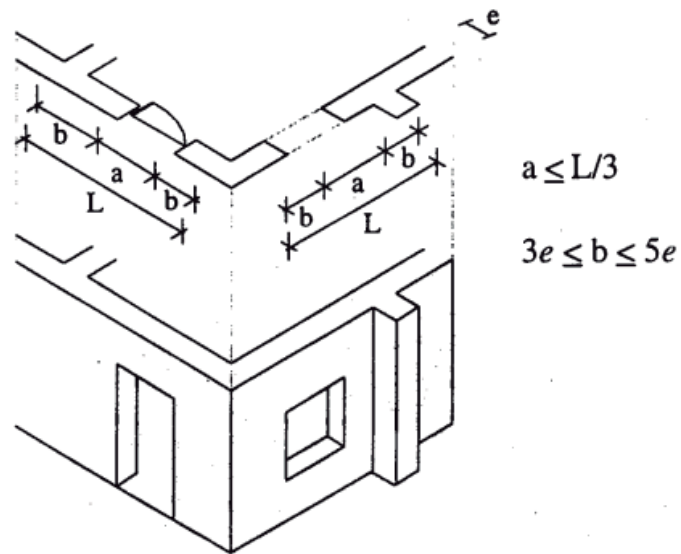
FUENTE: NTE 080

FIGURA 5: TIPO DE AMARRE EN ENCUENTRO DE MUROS DE ADOBE CON O SIN REFUERZO

Tipo de encuentro	Muros Reforzados	Muros no Reforzados
En L	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>
En T	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>
En X	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>	 <p>Primera Hilada</p> <p>Segunda Hilada</p>

FUENTE: NTE 080

FIGURA 6: TRASLAPE EN MUROS



FUENTE: NTE 080

6.3 Juntas de control

Su finalidad es asegurar que los espaciamientos no generen grietas y evitar tanto contracciones como desplazamientos, es decir, mantener la durabilidad e integridad estructural. Para el uso de las juntas de control se debe considerar la estabilidad del suelo del sitio, zona sísmica e integridad global y estructural de la construcción, y se deben colocar como de la siguiente manera:

- En un lado de una abertura de hasta 1200 mm de ancho.
- En ambos lados de una abertura más de 1200 mm de ancho.
- En cambios bruscos en la altura del muro.
- En cambios de espesor del muro.
- Cuando el trabajo de ladrillos de adobe es soportado por un dintel en cada uno de sus extremos del dintel.

6.4 Elementos de Arriostre

- 6.4.1 Para que un muro se considere arriostrado deberá existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus miembros de arriostre, para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos.
- 6.4.2 La línea de arriostramiento de representar la línea combinada de acción de todos los muros considerados que actúan sobre esa línea.
- 6.4.3 Los muros arriostrados puede ser un máximo de uno 1m en ambos lados de su línea de apoyo para contribuir a la capacidad total de arriostramiento de esa misma línea.
- 6.4.4 Los ángulos en la línea de soporte del muro arriostrado debe contribuir a la capacidad total de arriostramiento de esa línea de la siguiente manera:
- 30° en una dirección y 60° para la otra dirección, 0.87 y 0.5 veces la capacidad total de arriostramiento del muro arriostrado.
 - 45° en ambas direcciones, 0.7 veces la capacidad total de arriostramiento del muro arriostrado.
- 6.4.5 Los miembros de arriostre serán verticales y horizontales.
- 6.4.6 Los arriostres verticales serán muros transversales o contrafuertes especialmente diseñados. Tendrán una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación. Para que un muro o contrafuerte se considere como arriostre vertical tendrá una longitud en la base mayor o igual que 3 veces el espesor del muro que se debe arriostrar.
- 6.4.7 Pueden usarse como miembros de arriostre vertical, en lugar de los muros transversales o de los contrafuertes de adobe, refuerzos especiales como son las columnas de concreto armado que se detallan en la Sección 6.4, refuerzos especiales.
- 6.4.8 Los arriostres horizontales son miembros o conjunto de miembros que poseen una

rigidez suficiente en el plano horizontal para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros. Los miembros de arriostre horizontal más comunes son los denominados viga collar o solera. Estas pueden ser de madera o en casos especiales de concreto madera (Ver Sección 6.5) y se diseñarán como apoyos del muro arriostreado, considerándose al muro como una losa vertical sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a él. Se deberá garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deberán conformar un sistema continuo e integrado.

6.4.9 La demanda de arriostramiento para muros de adobe no reforzados de varios tipos de construcciones, longitudes de las construcciones y espaciamientos de las líneas de soporte de los muros arriostrados será el 50% de los valores de las siguientes tablas:

TABLA 4: DEMANDA DE ARRIOSTRAMIENTO PARA LÍNEAS DE SOPORTE ARRIOSTRADAS, MUROS DE ADOBE DE UNA SOLA PLANTA, TECHO LIGERO

Grosor del muro o altura de una planta o muro (mm)	Longitud de la construcción en dirección de los muros arriostrados	Demanda de arriostramiento (unidades de arriostramiento en mm)					
		Muros exteriores			Muros interiores		
		Espaciamiento de la línea de soporte (m)			Espaciamiento de la línea de soporte (m)		
		3.0	4.5	6.0	3.0	4.5	6.0
Grosor de muros: 280 Altura: 2400	6	310	370	430	420	540	660
	9	465	555	645	630	810	990
	12	620	740	860	840	1080	1320
	15	775	925	1075	1050	1350	1650
	21	1086	1295	1505	1470	1890	2310
Grosor de muros: 280	6	355	424	493	481	619	756
	9	533	636	739	722	928	1134

<<continuación>>

Altura: 2750	12	711	848	985	962	1237	1512
	15	888	1060	1232	1203	1546	1890
	21	1243	1484	1724	1684	2165	2646
Grosor de muros: 350 Altura: 2400	6	388	463	537	525	675	825
	9	581	694	806	787	1012	1237
	12	775	925	1075	1050	1350	1649
	15	969	1156	1344	1312	1687	2062
	21	1357	1619	1881	1837	2362	2886
Grosor de muros: 350 Altura: 2400	6	444	530	616	601	703	945

FUENTE: NORMA NZS 4299

TABLA 5: DEMANDA DE ARRIOSTRAMIENTO PARA LÍNEAS DE SOPORTE ARRIOSTRADAS, MUROS DE ADOBE DE UNA SOLA PLANTA, PLANTA HECHA EN PARTE DE MADERA Y TECHO LIGERO

Grosor del muro o altura de una planta o muro (mm)	Longitud de la construcción en dirección de los muros arriostrados	Demanda de arriostramiento (unidades de arriostramiento en mm)					
		Muros exteriores			Muros interiores		
		Espaciamiento de la línea de soporte (m)			Espaciamiento de la línea de soporte (m)		
		3.0	4.5	6.0	3.0	4.5	6.0
Grosor de muros: 280 Altura: 2400	6	351	428	504	503	656	809
	9	527	642	757	754	983	1213
	12	703	856	1009	1005	1311	1617
	15	879	1070	1261	1257	1639	2021
	21	1230	1498	1765	1759	2295	2830
Grosor de muros: 280 Altura: 2400	6	403	490	578	576	751	926
	9	604	735	867	864	1126	1389
	12	805	980	1156	1151	1502	1852
	15	1006	1225	1444	1439	1877	2315
	21	1409	1716	2022	2015	2628	3242
Grosor de muros: 280 Altura: 2400	6	439	535	630	628	819	1010
	9	659	802	945	942	1229	1516
	12	878	1069	1261	1256	1639	2021
	15	1098	1337	1576	1570	2048	2526
	21	1537	1872	2206	2198	2867	3536

<<continuación>>

Grosor de muros: 350	6	503	613	722	719	938	1157
Altura: 2750	9	755	919	1083	1079	1408	1736

FUENTE: NORMA NZS 4299

6.4.10 También se habla de la capacidad de arriostramiento de los muros de adobe no reforzados en tabla 6.

TABLA 6: CAPACIDAD DE ARRIOSTRAMIENTO DE MUROS DE ADOBE NO REFORZADAS

Longitud de muro (L) (m)	Altura de muro hasta un máximo de 3.3m
	Unidades de arriostramiento proporcionadas
Grosor de muro: 280 mm	
1.5	45
1.8	65
2.1	90
2.4	115
2.7	145
3.0	180
> 3.0	20 x L2
Grosor de muro: 280 mm	
1.5	55
1.8	80
2.1	110
2.4	145
2.7	185

<<continuación>>

3.0	225
> 3.0	25 x L2

FUENTE: NORMA NZS 4299

6.5 Refuerzos Especiales

De acuerdo a la esbeltez de los muros que se indican en la Tabla 7, se requieren refuerzos especiales. Estos tienen como objetivo mejorar la conexión en los encuentros de muros o aumentar la ductilidad de los muros. Dentro de los refuerzos especiales más usados se tienen caña, madera o similares, malla de alambre y columnas de concreto armado. Se detallarán especialmente los anclajes y empalmes de los refuerzos para garantizar su comportamiento eficaz.

TABLA 7

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

FUENTE: NTE 080

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

6.5.1 Caña madera o similares

Estos refuerzos serán tiras, colocadas horizontalmente cada cierto número de hiladas (máximo cada 4 hiladas) y estarán unidas entre sí mediante amarres adecuados en los encuentros y esquinas. Podrán usarse en los encuentros y esquineros de los muros o en toda la longitud de los muros, dependiendo de lo indicado en la Tabla 7. En el caso de que se utilicen unidades cuya altura sea mayor de 10 cm, las tiras de caña tendrán un espaciamiento máximo de 40 cm. Las tiras de caña o similares se colocarán necesariamente coincidentes con el nivel superior o inferior de todos los vanos. Se colocarán cañas o miembros de características similares como refuerzos verticales, ya sea en un plano central entre las unidades de adobe (Ver Figura 5), o en alvéolos de mínimo 5 cm de diámetro dejado en los adobes (Ver Figura 5). En ambos casos se rellanarán los vacíos con mortero. El refuerzo vertical deberá estar anclado a la cimentación y fijado a la solera superior. Se usará caña madura y seca o miembros rectos y secos de eucalipto u otros similares.

Se podrá usar madera en dinteles de vanos y vigas solera sobre los muros. La viga solera se anclará adecuadamente al muro y al dintel si lo hubiese.

6.5.2 Malla de alambre

Se puede usar como refuerzo exterior aplicado sobre la superficie del muro y anclado adecuadamente a él. Deberá estar protegido por una capa de mortero de cemento – arena de cuatro 4 cm aproximadamente. La colocación de la malla puede hacerse en una o dos caras del muro, en cuyo caso se unirá ambas capas mediante miembros de conexión a través del muro. Su uso es eficiente en las esquinas asegurando un traslape adecuado.

6.5.3 Columnas y vigas de concreto armado

La utilización de columnas de concreto armado como confinamiento de muros de adobe debe utilizarse en casos en que el espesor del muro no exceda los 25 cm y se utilice para unir los adobes un mortero que contenga cemento para poder anclar alambre de ¼” cada tres hiladas con la finalidad de conseguir una adecuada transmisión de esfuerzos entre el muro y la columna. La utilización de vigas soleras de concreto armado tiene como objetivo contribuir a formar un diafragma rígido en el nivel en que se construya, puede ser colocado en varios niveles formando anillos

cerrados, pero principalmente debe colocarse en la parte superior. Se puede combinar con miembros de refuerzos verticales como cañas o columnas de concreto armado. De acuerdo al espesor de los muros, se deberá colocar el refuerzo que se indica en la Tabla 7. En casos especiales se podrá considerar espesores de muro de 20 - 25 cm, siempre que se respalde por un estudio técnico que considere refuerzos verticales y horizontales.

6.6 Techos

6.6.1 Los techos deberán en lo posible ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros; además, deberán estar adecuadamente fijados a éstos a través de la viga solera. En el caso que se coloque vigas de madera sin diafragma, estas tendrán las siguientes características:

TABLA 8: VIGAS SIN DIAFRAGMAS ESTRUCTURALES

Tipos de vigas y tamaño mínimo (mm)	Aplicación de muros de adobe	Espacio máximo entre muros de arriostramiento transversal
		Techos livianos
Madera		
200 x 50		3.0
200 x 75		3.8
200 x 100		4.5
250 x 50	Una planta o un solo piso para todos los tipos	4.0
250 x 75		4.8
250 x 100		5.4
300 x 50		4.8
300 x 75		5.7

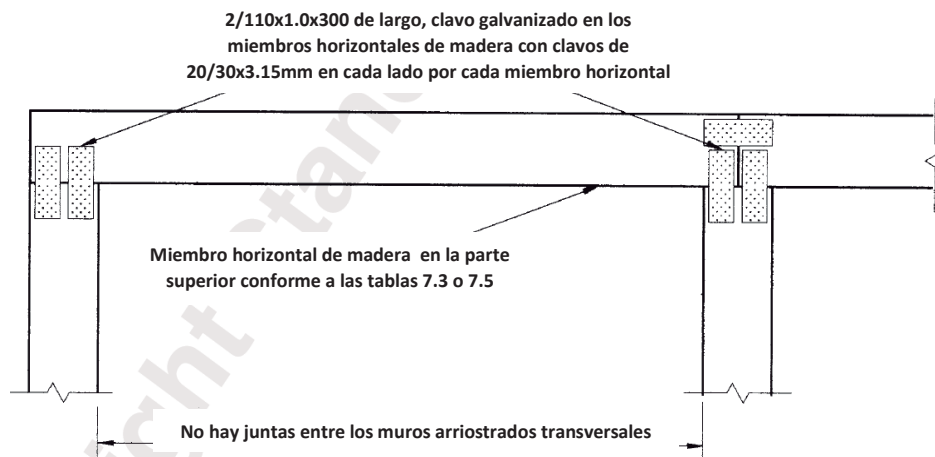
<<continuación>>

300 x 100		6.0
-----------	--	-----

FUENTE: NORMA NZS 4299

Las juntas en estas mismas vigas se colocarán solo en las esquinas e intersecciones de los muros como se muestra en la figura 7:

FIGURA 7: CONEXIÓN DE VIGAS DE MADERA O DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MIEMBROS HORIZONTALES DE MADERA SIN DIAFRAGMAS ESTRUCTURALES.



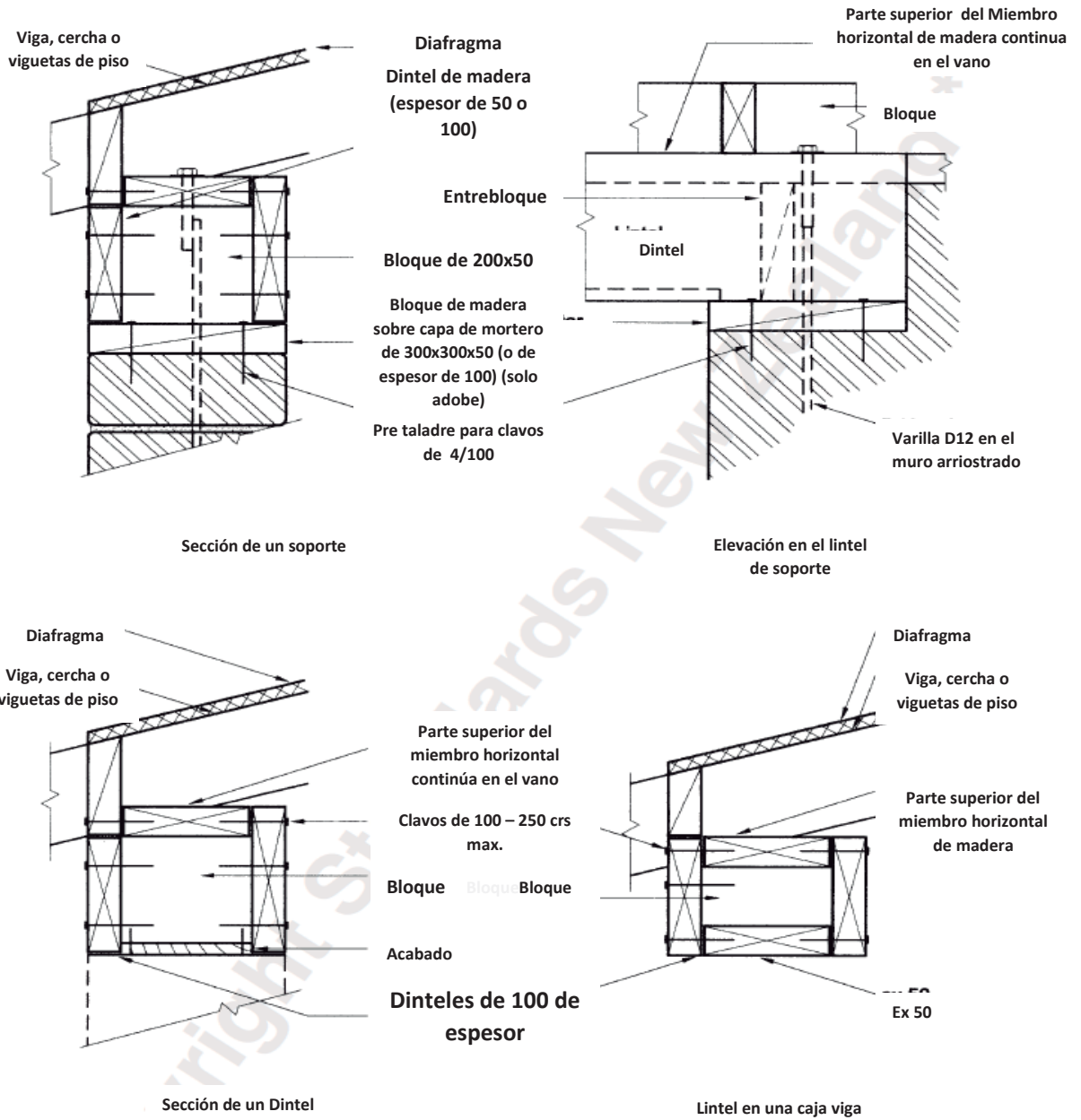
FUENTE: NORMA NZS 4299

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

6.7 Dinteles de madera

Los dinteles de madera deberán ser colocados un mínimo de 300 mm sobre los muros de adobe en ambos lados de cualquier vano y que, los dinteles más estrechos que el ancho del muro se sostendrán sobre un bloque de madera de espesor mínimo de 50 mm, el mismo ancho como se muestra en la figura 8.

FIGURA 8: DINTELES DE MADERA APOYADO POR ARRIBA DE LOS MARCOS DE MADERA



NOTA:

- (4) No clavar dinteles por debajo de un bloque debido a que la contracción puede agrietar los ladrillos
- (5) Estos detalles se aplican a dinteles con Viga, cercha o viguetas de piso.

FUENTE: NORMA NZS 4299

ARTÍCULO 7: Morteros

Los morteros se clasifican en dos grupos:

- a. Tipo I (en base a tierra con algún aglomerante como cemento, cal, asfalto, etc.)
- b. Tipo II (en base a tierra con paja) Se considera que las juntas de la albañilería constituyen las zonas críticas, en consecuencia ellas deberán contener un mortero del tipo I ó II de buena calidad.

7.1 Mortero Tipo I

- La arena debe contener suficiente arcilla obtener un mortero graso.
- Mortero de suelo y algún aglomerante como cemento, cal o asfalto.
- La relación arena/cemento estará dentro del rango de 6: 1 a 12: 1. La mezcla deberá contener suficiente arcilla para que sea trabajable. Cuando se trabaja con arena fina se requerirá un plastificante.
- La relación arena/cal hidratada estará dentro del rango de 6: 1 a 12: 1. En este caso, la cal se pre-remojó durante 2 horas como mínimo para que la mezcla sin grumos, es decir homogénea y trabajable.
- Deberá utilizarse la cantidad de agua que permita una adecuada trabajabilidad.
- Las proporciones dependen de las características granulométricas de los agregados y de las características específicas de otros componentes que puedan emplearse.
- El espesor superficial en el que se va a colocar los ladrillos deberá tener un espesor mínimo de 15 mm.

7.2 Mortero Tipo II

- La composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá una calidad menor que las mismas.
- Los morteros mezclados del mismo suelo que los ladrillos no necesitan ser probados, excepto para el ensayo de contracción.
- No se considerará partículas superiores a 3 mm.
- Deberá emplearse la cantidad de agua que sea necesaria para una mezcla trabajable. Las juntas horizontales y verticales no deberían exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente.
- La paja solo será adicionada si es que hay paja en los ladrillos o cuando los morteros tienen un alto contenido de arcilla se puede adicionar paja o también arena para evitar los agrietamientos.
- Cualquier agrietamiento, agujero o daño menor en la estructura causada por lluvias o cambios climáticos podrá ser reparado con los mismos materiales de mortero.
- El espesor superficial en el que se va a colocar los ladrillos deberá tener un espesor mínimo de 10 mm.

ARTÍCULO 8: Principios y Requisitos de Diseño

8.1 Para la resistencia y capacidad funcional de servicio de considerarse 3 puntos importantes:

- Las estructuras y sus miembros estructurales serán diseñados para que las resistencias de diseño sean, por lo menos, igual a las resistencias requeridas para que se pueda asegurar un rendimiento adecuado en el estado límite de servicio y en el último estado

límite y así evitar deflexiones. Los cálculos de estas, se obtienen por la combinación de cargas factorizadas y fuerzas aplicadas.

- Para el último estado límite, la resistencia nominal de un elemento o de su sección transversal se calcula de la siguiente:

$$S^* \leq \phi S_n$$

Donde:

S^* = Carga aplicada.

S_n = Resistencia nominal que es igual al diseño de resistencia de un elemento o sección transversal en términos de carga, momento, corte o esfuerzo.

ϕ = Capacidad del factor de reducción.

El término ϕ puede tomar varios valores:

$\phi = 0,60$ para la compresión axial y soporte

$\phi = 0,80$ para la flexión

$\phi = 0,70$ para corte

- Por otro lado, para que la deflexión no afecte la capacidad de servicio, el espesor de los muros que no estén acoplado a un tabique o alguna construcción que pueda sufrir daños a causa de deflexiones, no deben tomar valores menores a los siguientes:

Simplemente apoyado : $h / 18$ ó $L / 18$

Un extremo continuo : $h / 21$ ó $L / 21$

Ambos extremos continuo : $h / 22$ ó $L / 22$

Viga voladiza : $h / 8$ ó $L / 8$

Donde:

h = Altura libre de un elemento entre los soportes laterales horizontales o para un elemento sin apoyo horizontal en la parte superior la altura total es desde la parte inferior del soporte lateral.

L = Longitud libre de un muro entre soportes laterales verticales.

8.2 Para la flexión con o sin carga estructural el lado estructural de un muro de adobe o columna que soporta las cargas verticales será la superficie vertical en el miembro, a través del cual el corte longitudinal no puede ser transferido e incluirá:

- El lado actual o superficie vertical del elemento.
- Una junta de control en el elemento.
- Un mortero de una junta vertical.

Los miembros estructurales se diseñarán como no reforzados, lo cual implica que la norma establece los siguientes factores para el diseño de las fuerzas de compresión y flexión vertical o solo el diseño de compresión: excentricidad efectiva de carga en un muro, carga axial de diseño en el último estado limite, factor de reducción, la relación de esbeltez, la zona de dispersión y la capacidad de carga de una carga concentrada.

A continuación, la norma desarrolla el diseño de las fuerzas de compresión y flexión vertical de la siguiente manera:

8.2.1 En un muro o pilar aislado que está sujeta a compresión y flexión, las fuerzas verticales y de flexión estarán combinadas en la parte superior e inferior del miembro estructural en el que se tendrá en cuenta que la fuerza vertical actúa con excentricidad efectiva estáticamente equivalente, e , en cada extremo y la combinación de cargas no excederá el valor numérico de $tw/6$.

Donde:

e = Excentricidad de una fuerza vertical.

t_w = Espesor total del muro o pilar donde se toma en cuenta cualquier junta raspada o escarbada cuya profundidad puede ser mayor de 3 mm.

8.2.2 Para la flexión uniaxial o simple y la compresión sobre miembros simétricos uniformes serán diseñados de manera que se cumpla la siguiente relación:

$$N^* \leq k \phi f_e A_b$$

Donde:

N^* = Carga axial de diseño en la ultimo estado limite actuando sobre una sección determinada.

k = Factor de reducción para la esbeltez y excentricidad dado en tabla 9.

f_e = Resistencia a la compresión de la construcción de un muro de adobe.

A_b = Área de la sección transversal del adobe.

A continuación, en la tabla 9 se muestra la relación de los términos k, e, tw y la relación de esbeltez, Sr:

TABLA 9: Factor de reducción (k) para la esbeltez y excentricidad

Relación de Esbeltez (Sr)	Factor de reducción (k)				
	La excentricidad para la relación de espesor (e/tw)				
	≤ 0.05	0.10	0.20	0.30	0.33
6	1.00	0.78	0.56	0.38	0.32
8	0.94	0.73	0.54	0.34	0.29
10	0.88	0.67	0.49	0.31	0.25
12	0.82	0.62	0.45	0.27	0.22
14	0.76	0.56	0.40	0.23	0.18
16	0.70	0.51	0.35	0.20	0.15
18	0.64	0.45	0.31	0.16	0.11

FUENTE: NORMA NZS 4297

Notas:

- ✓ Los valores con un Sr mayor que seis (6), significa que habrá falla por aplastamiento por compresión y si el Sr es menor que seis (6), entonces habrá falla por inestabilidad lateral.
- ✓ Se podrá interpolar valores.
- ✓ La excentricidad mayor tanto en la parte superior como en la inferior.
- ✓ Se puede utilizar una excentricidad mayor tanto en la parte superior como en la parte inferior.
- ✓ Los valores de k para e/tw = 0.05 se aplica solo a columnas.

8.2.3 El valor de la relación de esbeltez, Sr, (dado en la tabla 9) sobre un eje principal de un elemento vertical que se apoya verticalmente a lo largo de uno o ambos extremos superior e inferior será:

$$Sr = \alpha_v h/t$$

Donde:

h = Altura del miembro estructural

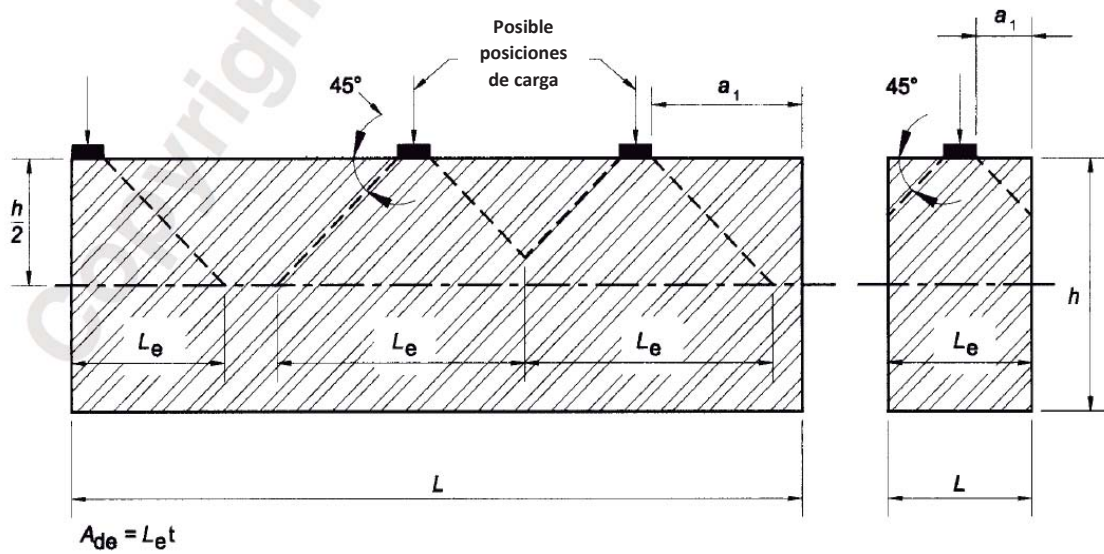
t = Espesor o profundidad de un muro perpendicular al eje principal en consideración.

α_v = 0,75 para un miembro apoyado lateralmente y rotacionalmente restringido en la parte superior e inferior;
= 0,85 para un miembro apoyado lateralmente en la parte superior e inferior y rotacionalmente restringida a sólo uno de ellos; o
= 1,00 para un miembro apoyado lateralmente y en rotacionalmente libre en la parte superior e inferior; o
= 2,00 para un miembro soportado lateralmente y rotacionalmente restringida a sólo su parte inferior.

8.2.4 Cada carga concentrada de compresión que actúa sobre un miembro de tierra será asumida como dispersión de cargas concentradas y en cada sección transversal dentro de esa misma zona de dispersión, será designado como capacidad de carga de la carga concentrada. Es decir:

- a. En la dispersión de cargas concentradas a través de los miembros de las construcciones de adobe se tomará un ángulo de 45° (respecto de la horizontal) desde el perímetro de la zona de apoyo de la carga a la profundidad media del elemento estructural, pero esta dispersión no se extiende:
 - En la zona de dispersión de una carga concentrada adyacente en el elemento; o
 - Más allá del extremo estructural de los miembros de una construcción de adobe (muros y/o columnas).

FIGURA 9: POSICIÓN DE CARGAS Y ÁREAS EFECTIVAS DE DISPERSIÓN



FUENTE: NORMA NZS 4299

- b. La capacidad de carga bajo una carga concentrada maneja el mismo concepto que la dispersión de cargas concentradas pero la diferencia radica en que la capacidad de carga estudia las secciones transversales simétricas y uniformes a excepción de:
- La carga axial de diseño (N^*) que actúa sobre cualquier sección transversal dada, incluirá la carga concentrada de diseño, más una fracción de otras fuerzas de compresión que actúan sobre el área de sección transversal (A_b) en consideración;
 - El momento de flexión de diseño (M^*) que actúa sobre la misma sección transversal en consideración, incluirá el momento de flexión, si los hubiese, de la carga concentrada de diseño, más una fracción del momento de flexión de otras cargas y fuerzas que actúan sobre el área de la sección transversal (A_b);

- Además, el miembro será diseñado para satisfacer la siguiente ecuación para cada sección transversal dentro de la zona de dispersión de la carga concentrada:

$$N^* \leq \phi K_b N_o$$

Donde:

N_o = Resistencia nominal a la compresión de una sección transversal suficientemente corta donde los efectos de esbeltez no pueden influir.

K_b = Factor de soporte concentrado y puede tomar los siguientes valores:

- ✓ Para secciones transversales a una distancia mayor que 0,25 h por debajo del nivel de soporte de la carga concentrada sobre el elemento, K_b será igual a uno 1.
- ✓ Para las secciones transversales a una distancia menor o igual que 0,25 h por debajo del nivel de soporte de la carga concentrada sobre el elemento, k_b toma dos valores:
- ✓ Si incluye unidades huecas de albañilería sin lechada (grout):

$$K_b = 1$$

- ✓ Si incluye unidades de albañilería solida o sin núcleo o albañilería con lechada:

$$K_b = \underline{0.55 (1 + 0.5 A1/L)}$$

$$(A_{ds}/A_{de}) 0.33$$

ó

$$K_b = 1.5 + A1/L$$

Donde:

K_b = Tomará el menor valor resultante pero a su vez no será menor que 1.

A_{ds} = Área de dispersión o de capacidad portante de la carga concentrada en el diseño de la sección transversal bajo consideración.

A_{de} = Área efectiva de dispersión de la carga concentrada en el elemento a media altura.

A_1 = Distancia desde el extremo del muro al extremo más cercano del área de capacidad portante

L = Longitud libre del muro

8.2.5 Para la tracción combinada y la flexión en los muros originados por fuertes vientos se utilizará lo estipulado en el anexo B, ya que puede generarse la reducción efectiva de las cargas axiales de gravedad y la resistencia a la flexión de un muro.

8.2.6 Finalmente, en el diseño de flexión horizontal y vertical, originadas por fuerzas fuera del plano, los muros de adobe deben tener al menos cuatro lineamientos adyacentes y aplicar lo establecido en el anexo B.

8.3 Para el corte, la norma establece principios generales y requerimientos para el diseño de muros de adobe por corte y torsión con flexión y con o sin carga axial. Estos son:

8.3.1 Capacidad de corte:

El diseño de un muro de adobe no reforzada, sujeta a fuerzas de corte con o sin fuerzas simultáneas de compresión que actúan a través del plano de corte, será tal que la siguiente relación satisface la combinación del diseño de las fuerzas de corte que actúan simultáneamente, V^* , y la resistencia (mínima) a la compresión, f_d , que actúa en la sección transversal en consideración, es decir:

$$V^* \leq \varphi [f_{es} A_b + k_v f_d A_b]$$

ó

$$V^* \leq 5 \varphi f_{es} A_b$$

De los cuales, se toma el menor valor.

Donde:

V^* = fuerza de corte de diseño que actúa en la sección transversal de un elemento en último estado límite.

f_{es} = Resistencia del adobe al corte.

A_b = Área de la sección transversal del adobe.

k_v = Factor de corte tomara un valores dependiendo de las fuerzas que actúan sobre los miembros.

f_d = Esfuerzo de compresión que actúa sobre una sección bajo cargas de diseño.

φ = Factor de capacidad de reducción

8.3.2 Desarrollo de la resistencia al corte longitudinal

Donde sea necesario transferir fuerzas de corte a través de las intersecciones de un muro y las juntas verticales de mortero en construcciones de adobe, la unión o atadura a través del plano de corte será una unión de superposición o traslape.

8.3.3 Diseño de muros de corte

Los muros de corte serán diseñados de acuerdo a lo establecido en el punto 8.2, para la flexión con o sin carga axial y el corte, es decir: muros o pilar aislado que está sujeta a compresión y flexión, la flexión uniaxial o simple, la compresión sobre

miembros simétricos uniformes, relación de esbeltez, cargas concentradas, capacidad de corte, desarrollo de la resistencia al corte longitudinal y el uso del anexo B. Y además, también se incluirá:

- Cuando las fuerzas laterales son resistidas por dos o más muros de corte que actúan juntos, las acciones de carga y fuerza se distribuirán entre los muros de corte usando los principios de análisis estructurales, tomando en cuenta la rigideces relativas de los muros bajo estas acciones y los efectos de los vanos, si los hubiera, en muros.
- En el diseño para la compresión y las fuerzas laterales en el plano, la capacidad de resistencia de un muro de corte bajo compresión y flexión en la dirección de la longitud del muro será evaluada teniendo en cuenta las bases de las propiedades de toda la sección transversal monolítica del muro.

8.3.4 Además, la norma en análisis también plantea otros principios y requerimientos adicionales para miembros diseñados para las cargas sísmicas:

- El diseño de la fuerza cortante en miembros sometidos principalmente a flexión será determinado a partir de las consideraciones de las fuerzas transversales estáticas en el elemento estructural con la sobre resistencia a la flexión desarrollada en la ubicación más probable de las secciones críticas dentro de elemento o en miembros estructurales adyacentes junto con la carga de gravedad y con el factor de carga apropiado.
- Se puede utilizar un factor de reducción de capacidad, $\phi = 1$, cuando el k_v sea igual a 0.3
- El diseño de la fuerza cortante en los miembros sometidos a la combinación de cargas axiales y flexión será determinada a partir de las consideraciones de fuerzas estáticas sobre el elemento estructural y con combinación que resulte menor de los momentos extremos máximos probables y donde sea apropiado, con la sobre resistencia a la flexión en secciones críticas.

- Cuando una estructura está diseñada para desempeñar una ductilidad limitada, se efectuará la redistribución apropiado de cargas de corte.
- Al igual que el cuadro de valores de esbeltez máxima, S_r , la norma también establece un factor de ductilidad estructural, μ , tanto para muros reforzados como para muros no reforzados, el cual a diferencia de la esbeltez máxima no se tomará en cuenta como valor de referencia ya que depende de los factores de zona sísmica de Nueva Zelanda estudiados, desarrollados, establecidos y normalizados en la norma NZS 4203.

8.4 Compresión

Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos cuando no realicen ensayos.

8.4.1 Resistencia a la compresión de la albañilería

Cuando no se hace ningún ensayo se podrá usar la siguiente fórmula:

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

8.4.2 Esfuerzo admisible a la compresión por aplastamiento

Cuando no se hace ningún ensayo se podrá usar la siguiente fórmula:

$$= 1,25 \text{ kg/cm}^2$$

8.4.3 Compresión en una sección transversal

Para la compresión se tendrá que cuando la carga axial de diseño en la sección transversal del elemento sea:

$$N^* < 0.5 f_e A_b,$$

Entonces el elemento deberá estar diseñado como un muro o columna.

Donde:

N^* = Carga axial de diseño en el último estado limite.

f_e = Resistencia a la compresión de la construcción muros de adobe.

A_b = Área de la sección transversal del adobe.

ARTÍCULO 9: Zonificación Sísmica

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

Zona 1

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

Zona 2

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

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

Zona 3

1. Departamento de Tumbes. Todas las provincias.
2. Departamento de Piura. Todas las provincias.
3. Departamento de Cajamarca. Todas las provincias.

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

ARTÍCULO 10: Anexo de ensayos de laboratorio.

Ensayos de laboratorio (Ver el capítulo VIII de anexos del presente trabajo de titulación)

4.2 DISCUSIONES

Desde que se elaboró y difundió la NTE 080, la información contenida fue quedando desactualizada debido a que la gran mayoría de los estudios e investigaciones sobre el adobe simple, estabilizado y reforzado, realizados hasta la fecha, no han sido normalizados repercutiendo en la calidad de vida de las zonas rurales de nuestro país.

Durante el análisis comparativo se encontró lo siguiente:

- La Normativa de adobe de Nueva Zelanda, conformada por tres normas, la cual fue analizada y resumida a fin de elaborar la propuesta de mejora, se puede concluir que la norma NZS 4298 se debe utilizar con la norma NZS 4297 o con la norma 4299. Sin embargo, para un análisis de ingeniería bastaría utilizar las normas NZS 4297 y NZS 4298, ya que la primera estudia, desarrolla y establece el diseño estructural de las construcciones de adobe y la segunda establece los requerimientos de los materiales y mano de obra, es decir que se podrían utilizar satisfactoriamente de acuerdo a nuestra realidad. Con respecto a las normas NZS 4298 y NZS 4299, se podrían utilizar como método alternativo ya que esta última contiene ciertas limitaciones las cuales se pueden tratar o solucionar, según la normativa de Nueva Zelanda, con las disposiciones de la norma NZS 4297.
- La elaboración de la primera parte del capítulo IV de Resultados, sirvió para ordenar y, principalmente, complementar la información de cada artículo de la NTE 080. Es decir que al momento de confrontar la NTE 080 con cada una de la normas de Nueva Zelanda, solo se analizó comparativamente la información compatible para encontrar todas las diferencias y así elaborar la propuesta de mejora de la norma de adobe peruana.
- Al ser totalmente diferentes los características sismogeológicas de ambos países, no se puede realizar un análisis comparativo entre los coeficientes sísmicos desarrollados y establecidos por cada norma. Lo que trae como resultado que tanto los reforzamientos como los materiales de construcción alternativos al adobe como ladrillo prensado, tierra vertida, tierra apisonada y las construcciones de grado especial y de grado estándar no pueden ser analizados en el presente trabajo debido a que han sido estudiados y analizados de acuerdo a los coeficientes sísmicos mencionados.
- Con respecto a los apéndices de las normas NZS 4297 y NZS 4298 la gran mayoría aplican tanto a las construcciones de tierra y de adobe sin embargo, algunos de estos no aplican a las construcciones con adobe y por lo tanto no han sido considerados dentro del presente trabajo de titulación. Los anexos que han sido considerados, se

explican y detallan como establece la normativa de Nueva Zelanda, es decir que se han considerado sin realizar ninguna variación o resumen de estos pero excluyendo toda información referida a reforzamientos y materiales de construcción alternativos al adobe ya mencionados. Y se adjuntaron en el capítulo VIII de Anexos.

- Se hizo algunas modificaciones en la elaboración de la propuesta de mejora, ya que la información como las tablas, gráficos y apéndices que se incluyó en la propuesta de mejora, se les dio el formato de la NTE 080 y no del presente trabajo de titulación, es decir que se modificó la numeración y se cambió la palabra apéndice por anexo. Además, los cuadros y gráficos del análisis comparativo se volvieron a considerar en los índices de relación de tablas y figuras de la propuesta de mejora respectivamente debido a su importancia.
- Con respecto a la mezcla de un bloque de adobe, la norma NZS 4297 no indica las proporciones de arcilla, limo, arena y agregados o aditivos (si en caso los hubiera) solo indica que la cantidad de estos variará dependiendo de la naturaleza de los minerales involucrados y del tipo de suelo a utilizar, mientras que en la NTE 080 indica los intervalos porcentuales de los materiales básicos e importantes que conforman un bloque de adobe como la arcilla, limo y arena y la variación de estos si hubieran agregados o aditivos. Lo que nos hace concluir que se puede seguir utilizando los intervalos porcentuales de la NTE 080.
- Con respecto a las dimensiones de los bloques de adobe, la norma NZS 4298 establece que el espesor de los muros deben tener un espesor mínimo de 280 mm y un máximo de 350 mm y que pueden variar de 10 mm a 15 mm y la altura y el largo pueden adoptar valores de longitud pero con criterio. A diferencia de la NTE 080 que establece que el espesor se determinara en función de la altura libre de los mismos, la longitud máxima entre arriostres verticales será 12 veces el espesor del muro y que los arriostres verticales serán no de menor de 5 veces ni mayor de 5 veces el espesor del muro. Por lo que se concluye que la información de la NTE 080 son adecuadas por tener un análisis de ingeniería y que se podría hacer un estudio experimental con respecto a las dimensiones establecidas por la norma NZS 4298 para verificar si son válidas para las construcciones de adobe.

- Para las cargas sísmicas, la norma NZS 4297 establece un método para la determinación de la resistencia sísmica en muros no reforzados, es decir que este método aplica tanto para los muros de adobe como para muros de tierra vertida, tierra apisonada, ladrillos de prensados y las construcciones de grado especial y de grado estándar. Este método, además de usar una serie de parámetros, utiliza gráficos con sus respectivas fórmulas para los posibles puntos de ruptura en el muro. Por lo que se concluye que este método es uno de los puntos más importantes para la propuesta de mejora.
- Como los anexos han sido incorporados en la propuesta de mejora exactamente igual a como se describe en la normativa de Nueva Zelanda, hay que señalar que el término normativo en algunos de los ensayos significan que tienen una validez técnica especializada y el término informativo tiene una validez conceptual.
- Con respecto a los ensayos de laboratorio, el anexo J de la norma NZS 4298 analiza la resistencia a la flexo tracción con equipos, procedimientos, fórmulas, gráficos y hasta con un ejemplo numérico, lo cual evidencia la eficiencia de este ensayo a través de resultados numéricos mientras que la NTE 080 cita muy brevemente los ensayos sin explicar ningún procedimiento estableciendo fórmulas para el corte y compresión. Con lo que se concluye que este ensayo es uno de los más importantes para la propuesta de mejora. También se concluye, una vez más, que la NTE 080 es deficiente y que la información del anexo J debe ser verificada para su evaluación y aplicación en la realidad.

V. CONCLUSIONES

- La propuesta de mejora desarrollada incorporó la información de todos los aspectos del análisis comparativo para modificar y por ende mejorar los artículos de la NTE 080.
- Con los resultados del análisis comparativo se modificaron todos los artículos de la NTE 080 a excepción del artículo 5, en el cual está establecido el comportamiento sísmico de las construcciones de adobe, debido a que los coeficientes sísmicos son totalmente diferentes a los de Nueva Zelanda por las características sismogeológicas de cada país.

Los artículos que fueron modificados quedaron de la siguiente manera:

- a. El artículo 1 se modificó para que tenga orden apropiado.
- b. Al artículo 2 se le adjuntó tres dos criterios de rendimiento como información complementaria.
- c. Al artículo 3 se le adjuntó las definiciones de curado y juntas de control.
- d. El artículo 4 se complementó con más recomendaciones para la elaboración del adobe y se le adjuntó características, usos, dimensiones y requisitos para el adobe.
- e. Al artículo 6 se le adjuntó información sobre arriostres, demanda y capacidad de arriostreamiento, colocación de tuberías de servicio, finalidad de las juntas de control, vigas sin diafragmas estructurales y dinteles de madera.

- f. El artículo 7 se complementó con más requisitos para los morteros tipo I y II.
 - g. El artículo 8 se complementó con principios y requisitos de diseño como resistencia y último estado límite, flexión con o sin carga axial y corte, aunque es de suma importancia mencionar que la información sobre ensayos para determinar la resistencia a la compresión se incluyó en el anexo G.
 - h. La información en el artículo 9 también se incluyó en el anexo G debido a que establece ensayos de compresión diagonal y axial.
 - i. Se anexó un nuevo artículo; el artículo 10 en el cual están los ensayos de laboratorio.
- Con los resultados del análisis comparativo y las disposiciones y principios de la Guía peruana 001: Directrices para la redacción, estructuración y presentación de Normas Técnicas Peruanas, se elaboró la propuesta de mejora de la Norma de adobe peruana de manera simple, clara, coherente y concisa para que facilite la comprensión de cualquier lector en lo que se refiere a contenido, magnitudes, unidades, símbolos, abreviaturas, referencias bibliográficas, dibujos técnicos y símbolos gráficos. A los artículos modificados se les dio el mismo formato de la NTE 080 para que tenga una uniformidad estructural, un orden lógico y una redacción simple y concisa.
 - Se recopilaron y revisaron un total de 10 estudios e investigaciones los cuales están relacionados con el estudio del adobe simple. De los resultados de cada uno de estos, se tiene líneas de investigación que son complementarios a la NTE 080, sin embargo al no estar normalizados, no cuentan una opinión técnica especializada y por lo tanto no han sido incluidos en la propuesta de norma.

Las líneas de investigación mencionadas son las siguientes:

- a. Del estudio de *Ensayos cuasiestáticos de modelos de vivienda de dos pisos*: el diseño de modelos para observar el comportamiento sísmico a través de ensayos estáticos y seudodinámicos.

- b. Del estudio de Diseño sísmico de construcciones de adobe: la obtención de índices de resistencia para la mampostería de adobe.
- c. Del estudio Estudio sísmico de construcciones de adobe: desarrollo una tecnología para la fabricación y diseño de bloques de adobe para resistir movimientos sísmicos.
- d. Del estudio Manual para la construcción de viviendas de adobe: la incorporación de resultados de ensayos de granulometría y resistencia.
- e. Del estudio Nuevas casas resistentes de adobe: aplicación de tarrajeo con barro mezclado con tuna para la protección del adobe.
- f. Del estudio Albañilería estructural sismoresistente: evaluar los muros y coeficientes sísmicos para resistir la flexión sísmica considerando un análisis elástico y plástico.
- g. Del estudio Resistencia sísmica de la mampostería: de adobe el estudio de las características y propiedades del adobe para mejorar la resistencia sísmica de la mampostería.
- h. Del estudio Técnicas de construcción autóctonas del Perú: establecer tecnología para mejorar el adobe a través de una diversidad de ensayos.
- i. Del estudio Soluciones sanitarias para viviendas económicas de adobe y quincha: recomendación de soluciones sanitarias como instalación de sistemas de agua potable, desagüe y alcantarillado, adquisición de camiones cisternas, instalación de aparatos sanitarios, etc
- j. Del estudio Estudio experimental del comportamiento dinámico de viviendas mixtas de adobe y quincha: diseñar un modelo de vivienda de adobe y quincha.

VI. RECOMENDACIONES

- Las normas de adobe de Nueva Zelanda al ser muy completas, desarrolladas y muy bien elaboradas, se podrían tomar como herramienta de estudio y análisis comparativo con otras normas o normativas internacionales.
- Los trabajos de tesis de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y de los diferentes centros de estudios como universidades e institutos acerca del adobe simple, estabilizado y reforzado deberían ser investigados, recopilados, analizados y evaluados por el Sistema Peruano de Normalización para determinar cuáles pueden ser implementados en la NTE 080.
- Es importante revisar y estudiar los materiales de construcción alternativos al adobe como el ladrillo prensado de tierra, tierra vertida, tierra apisonada y las construcciones de tierra de grado estándar y de grado especial para evaluar la posibilidad de que se implementen en la NTE 080, además de que pueden servir como material de futuras investigaciones.
- Todos los estudios e investigaciones sobre manejo y tecnología del adobe deberían tener una transferencia tecnológica hacia la población involucrada con las construcciones en adobe a través de capacitaciones y talleres para promover el correcto procedimiento en las construcciones de adobe y así garantizar seguridad y una mejor calidad de vida.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.** 2006. Construir Mejor su Vivienda en Adobe. Ed. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Suiza. 37p.
- **Aguilar, B.** 2008. Construir con Adobe: Fundamentos, Reparación de Daños y Diseño Contemporáneo. Ed. Trillas. México. 128p.
- **Agurto, J.** 1989. Construcciones de Adobe con Refuerzo de Eucalipto Rollizo. Lima, p. 2 – 10, 45 – 60.
- **Arriola, M.** 1988. Vivienda Económica de Adobe de Piso y Medio: Análisis y Diseño Sismoresistente. Ed. PUCP. Lima, p. 5 – 18.
- **Blondet, M., Ottazzi, G y Ginocchio, J.** 1983. Seminario Latinoamericano de Construcciones Sismoresistentes de Tierra: Normalización de Ensayos en Albañilería de Adobe. Ed. PUCP. Lima. 23p.
- **Borges, J.** 1994. Diseño y Construcción con Bloques Prensados. Ed. ASUNCION S.E. Paraguay. 45p.
- **Colegio de Arquitectos del Perú.** 1995. Seminario sobre Sistemas Constructivos Tradicionales: Adobe Y quincha. Ed. CAP. Lima, p. 1 – 10.
- **Corazao, M. y Blondet, M.** 1997. Estudio Experimental del Comportamiento Dinámico de Viviendas Mixtas de Adobe y Quincha. Ed. PUCP. Lima. 45p.

- **Hartkopf, V.** 1991. Técnicas de Construcción Autóctonas del Perú y sus Potenciales de Mejor para resistir más adecuadamente los Sismos. Ed. Washington DC. Dallas Texas, p. 225 – 247.
- **Hernández, O.** 1983. Seminario Latinoamericano de Construcciones Sismoresistentes de Tierra: Evaluación Experimental de Procedimientos para Reforzar la vivienda de Adobe y hacerla Resistente ante la Acción Sísmica. Ed. PUCP. Lima. 20p.
- **INDECOPI.** 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma de estructuras. E. 080 Adobe. Perú.
- **INDECOPI.** 2012. Norma Técnica Peruana 331.202.1979. Elementos de suelo sin cocer. Adobe estabilizado con asfalto para muros. Métodos de ensayo. 1: 1 – 12.
- **INDECOPI.** 2012. Norma Técnica Peruana 331.203. 1979. Elementos de suelo sin cocer. Adobe estabilizado con asfalto para muros. Muestreo y Recepción. Lima – Perú. 1: 2 – 5.
- **INDECOPI.** 2012. Norma Técnica Peruana NTP 331.201.1979. Elementos de suelo sin cocer. Adobe estabilizado con asfalto para muros. Requisitos. Lima – Perú. 1: 1 – 11.
- **INDECOPI.** 2013. Guía Peruana 001: 1995. Directrices para la redacción, estructuración y presentación de Normas Técnicas Peruanas. Lima – Perú. 1: 1 – 59.
- **Instituto de la Construcción y Gerencia.** 2008. Sistemas de Construcción de Vivienda. Ed. Fondo Editorial ICG. Lima, p. 35 – 78.
- **Lorenzo, P.** 2005. Un Techo para Vivir: Tecnologías para viviendas de Producción Social en América Latina: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Ed. UPC. Barcelona, p. 480 – 510.

- **Ministerio de Fomento.** 2002. Arquitectura de Tierra. Ed. Madrid. España, p. 11 – 27, 51 – 60.
- **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.** 2010. Manual de Construcción de Edificaciones Antisísmicas de Adobe. Lima – Perú. 30p.
- **Morales, R. y Yamashiro, R.** 2000. Diseño Sísmico de Construcciones de Adobe. Ed. Cismid. Lima. 60p.
- **Morales, R., Rengifo, L. y Torres, R.** 1993. Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe. Ed. Cismid. Lima, p. 40 – 58.
- **Morales, R., Sánchez, A. y Torres, R.** 1999. Estudio Sísmico de Construcciones de Adobe de Dos Pisos. Ed. Cismid. Lima, p. 19 – 35.
- **NZS 4297. 1998: Diseño de Ingeniería de Construcciones de Tierra.** 1998. Nueva Zelanda. 63p.
- **NZS 4298. 1998: Materiales y Mano de Obra para Construcciones de Tierra.** 1998. Nueva Zelanda. 91p.
- **NZS 4299. 1998: Construcciones de Tierra que no necesitan Diseño Específico.** 1998. Nueva Zelanda. 131p.
- **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.** 2013. Proyecto de actualización de la Norma E.080 adobe. 39p.
- **Ottazi, G., Yep, J., Blondey, M. y Villa – Garcia, G.** (1989). Ensayos de Simulación Sísmica de Viviendas de Adobe. PUCP. Lima, p. 6 – 19.
- **Pontificia Universidad Católica del Perú.** Manual de Construcciones Sismoresistentes en Adobe. Lima. 31p.
- **Rojas, J.** 1992. Procesos Constructivos en Albañilería III. Albañilería Estructural Sismoresistente de Adobe. Ed. Lima – SENCICO. Lima, p. 1 – 5, 7 – 18, 25 – 36.

- **SENCICO.** 1984. Proyecto de Investigación: La construcción de tierra con Adobe, Quincha y Tapia, Documento de Trabajo. Ed. Lima - SENCICO. Lima. 45p.
- **SENCICO.** 1985. Seminario Internacional: Capacitación de Instrucciones en Construcción con Adobe y Quincha. Ed. Lima - SENCICO. Lima, p. 10 – 25.
- **SENCICO.** 1989. Nuevas Casas Resistentes de Adobe. Ed. Lima - SENCICO. Lima. 20p.
- **SENCICO.** 1992. Novena Conferencia Nacional de Ingeniería Civil: Ensayo de Vibración Forzada de un Modelo Mixto de Adobe y Quincha. Ensayo de Simulación Sísmica en un Modelo Mixto de Adobe y Quincha. Análisis y Diseño de un modelo de Vivienda Mixta de Adobe y Quincha. Ed. Cismid. Lima, p. 199 – 231.
- **Sovero, G. y Quispe, E.** 1992. Ensayos Cuasi estáticos de Modelos de Vivienda de Adobe para dos Pisos sobre Plataforma Rebatible. Ed. Instituto de Investigación Universidad y Región. Cusco. 160p.
- **Universidad Nacional de Ingeniería.** 1971. Informe de Avance de la Investigación sobre Construcciones de Adobe patrocinado por el Ministerio de Vivienda. Lima. 38p.
- **Vargas, J.** 1979. Albañilería de Adobe con Variaciones de Mortero. Ed. PUCP. Lima, p. 2 – 27.
- **Vargas, J., Bariola, J. y Blondet, M.** 1989. Resistencia Sísmica de la Mampostería de Adobe. Ed. PUCP – SENCICO. Lima, p. 8 – 23.
- **Vargas, J., Blondet, M., Villa – García, G. y Ginocchio, J.** 1983. Seminario Latinoamericano de Construcciones Sismoresistentes de Tierra: Propiedades del Suelo para Elaborar Albañilería de Adobe. Ed. PUCP. Lima. 28p.
- **Vargas, J., Torrealva, D. y Blondet, M.** 2007. Adobe Reforzado con Geomallas. Ed. PUCP. Lima. 47p.

- **Vildoso, A.** 1984. Seguir Construyendo con Tierra. Ed. Craterre. Lima, p. 66 – 70, 76 – 90, 134 – 146.
- **Wolkskill, L., Dunlap, W. y Gallaway, B.** 1986. Construcción de Casas Habitación de Tierra. Ed. Texas Transportation Institute. USA, p. 11 – 35.

VIII. ANEXOS

8.1 ANEXOS DE LA NORMA NZS 4297

ANEXO B: MÉTODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA SÍSMICA DE MUROS DE ADOBE NO REFORZADOS

(Normativo)

B1 Notación

a = Ancho del bloque de esfuerzo en el estado limite último.

a_e = Aceleración de respuesta que induce al fallo del muro.

a_{cr} , $a_{1/2}$, $a_{3/4}$, a_u = Aceleración de agrietamiento, a 1/2 del agrietamiento, a 3/4 del agrietamiento y momento último respectivamente.

A_1 = Área bajo la aceleración de respuesta versus frente al desplazamiento curvo del muro.

C_{pi} = Coeficiente sísmico horizontal básico.

E_e = Modulo de elasticidad de los materiales del muro de adobe.

f_e = Resistencia a la compresión de la construcción de un muro de adobe.

h = Altura de muro entre fijaciones horizontales.

I = Momento de inercia de la sección del muro.

K_{cr} = Rigidez inicial del muro.

$M_{cr}, M_{1/2}, M_{3/4}, M_u$ = Momento del muro en agrietamiento, a 1/2 del agrietamiento, a 3/4 del agrietamiento y condición última respectivamente.

P = Carga de gravedad por unidad de longitud en la parte superior del muro.

R = Reacción vertical al agrietamiento.

t = Espesor del muro.

$W_{cr}, W_{1/2}, W_{3/4}, W_u$ = Distribución de la carga lateral requerida para inducir el momento correspondiente al muro.

W = Peso propio del muro bajo investigación.

γ = Densidad del material del muro.

$\Delta_{cr}, \Delta_{1/2}, \Delta_{3/4}, \Delta_u$ = Desplazamiento en el centro del muro en agrietamiento, a 1/2 del agrietamiento, a 3/4 del agrietamiento y últimas condiciones.

M = Factor estructural de ductilidad.

ϕ = Factor de capacidad reducción.

B2 General

Este método consiste en el trazado de la aceleración de respuesta frente al desplazamiento curvo del muro de cuatro puntos calculados. El principio de igual energía se utiliza para determinar la aceleración de respuesta elástica equivalente a la que se considera que el fallo se ha producido. Esto consiste en calcular el área bajo la aceleración de respuesta frente al desplazamiento curvo del muro.

Los siguientes supuestos se hacen en el modelo sobre el que este método depende de:

- Las grietas del muro a media altura;
- El muro que está sujetado correctamente por conexiones al diafragma del piso, diafragma de techo, cimentación, viga u otra estructura en su parte superior e inferior;
- En el estado límite último, el bloque de esfuerzo de compresión en el muro es rectangular, con un máximo valor de $0,85 f_c$;
- Las cargas que son menores que el estado límite último, la distribución del esfuerzo de compresión en el material del muro es triangular;
- La aceleración pico o máxima de la superficie vertical bajo cargas sísmicas es $2/3$ de la aceleración pico o máxima de la superficie horizontal.

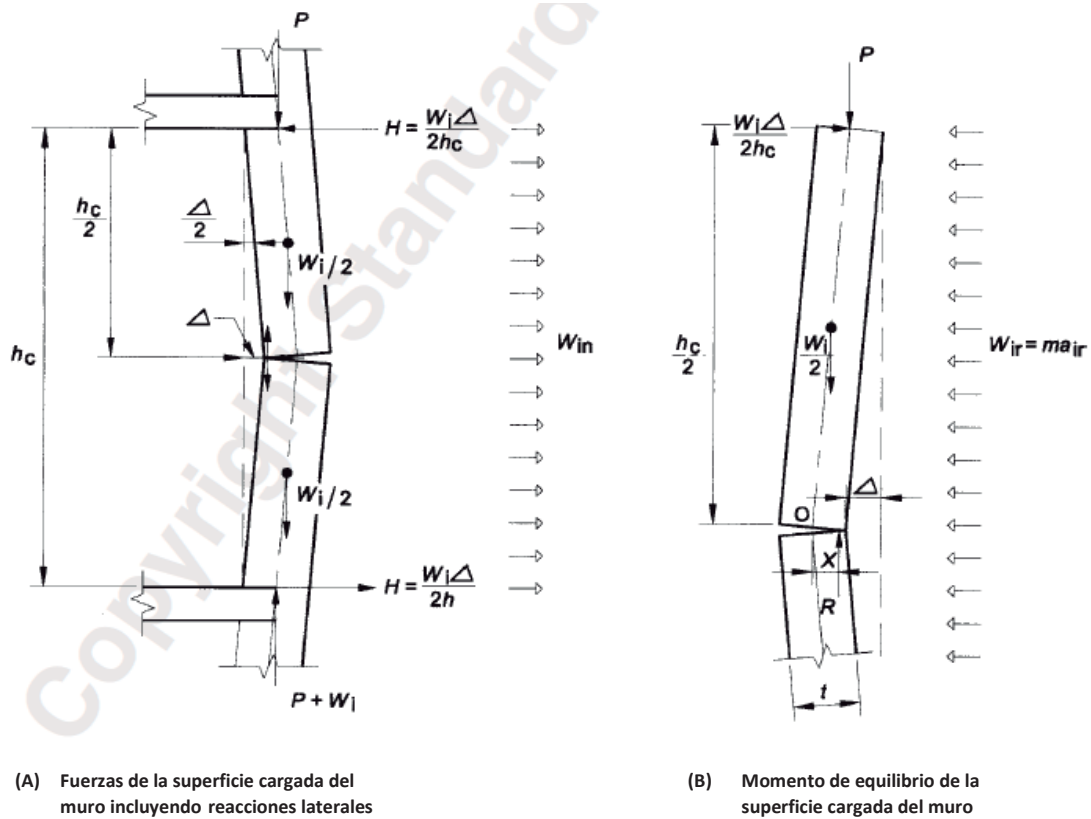


Figura B1: Resumen de cargas, fuerzas y movimientos en un muro de adobe no reforzado

FUENTE: NORMA NZS 4297

B3

B3.1

La aceleración de respuesta frente al desplazamiento curvo del muro se traza en los cinco puntos representados por:

- El agrietamiento con la compresión de cero en un lado.
- Cuando a 1/2 del agrietamiento con compresión cero en la línea central del muro.
- Cuando a 3/4 del agrietamiento con compresión cero es en los 3/4 del espesor del muro.

- En la carga ultima.
- Antes de cargar; en la aceleración cero y desplazamiento cero.

Los cálculos se realizan para una unidad de longitud del muro. Las distribuciones de esfuerzos asumidos se muestran en la figura B2.

CB3.1

Una hoja de cálculo puede ser convenientemente configurado para realizar los cálculos descritos.

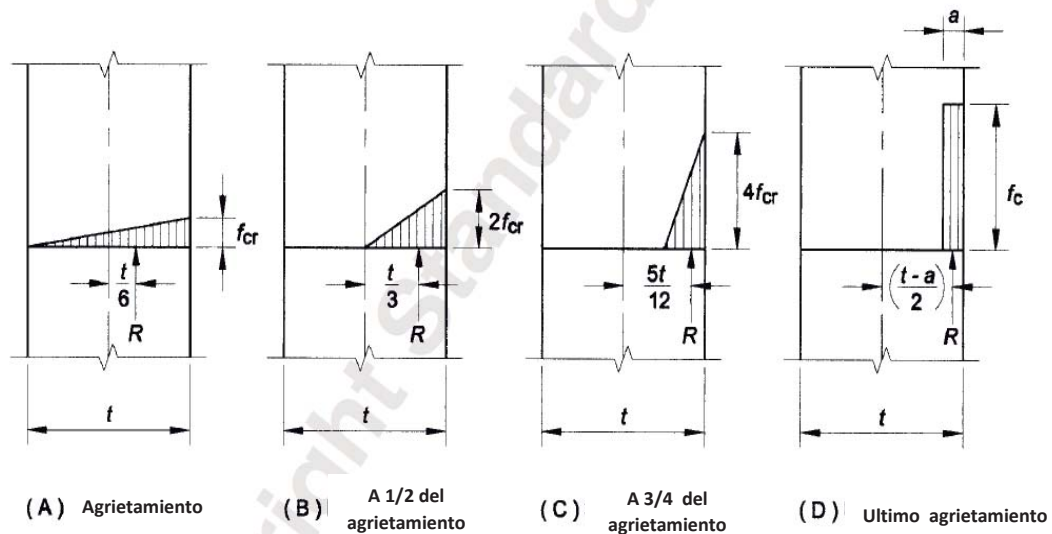


Figura B2: Distribución de esfuerzos asumidos

FUENTE: NORMA NZS 4297

B3.2

Calcular la carga de gravedad, P , en la parte superior de la pared bajo investigación y el peso propio, W , del muro bajo investigación.

B3.3

Se calcularán los parámetros R, M, W, Δ y α para cada caso de la figura B2 partir de fórmulas físicas conocidas y descritas

B3.3.1

Determinar R desde:

$$R = \left(1 - \frac{2}{3} C_{pi}\right) \left(P + \frac{1}{2} W\right)$$

B3.3.2

En el agrietamiento del muro determinar:

$$M_{cr} = \frac{Rt}{6} \quad (\text{kN-m/m})$$

$$W_{cr} = \frac{8M_{cr}}{h^2} \quad (\text{kN/m})$$

$$\Delta_{cr} = \frac{5 W_{cr} h^4}{384 Ee I} \quad (\text{mm})$$

Donde:

$$I = t^3/12$$

La aceleración requerida para que cause agrietamiento se calcula:

$$\alpha_{cr} = \frac{8 R^2}{h^2 \gamma t} [t/6 - \Delta_{cr}]$$

B3.3.3

A 1/2 del agrietamiento del muro:

$$M_{1/2} = 2 M_{cr} \quad (\text{kN-m/m})$$

$$W_{1/2} = \frac{14M_{cr}}{h^2} \quad (\text{kN/m})$$

$$\Delta_{cr} = \frac{W_{cr} h^4}{12 E_e I} \quad (\text{mm})$$

B3.3.4

A 3/4 del agrietamiento determinar:

$$M_{3/4} = 2.5 M_{cr} \quad (\text{kN-m/m})$$

$$w_{3/4} = \frac{20M_{cr}}{h^2} \quad (\text{kN/m})$$

$$\Delta_{3/4} = 16\Delta_{cr} \quad (\text{mm})$$

$$a_{3/4} = \frac{8R}{h^2 \gamma t} \left[\frac{5}{12} t - \Delta_{3/4} \right]$$

B3.3.5

En el momento último:

$$a = \frac{R}{0.85f_e} \quad (\text{kN/m})$$

$$w_u = 0$$

$$\Delta_u = \frac{t}{2} - \frac{a}{2} \quad (\text{mm})$$

$$a_u = 0$$

B3.4

Graficar la aceleración de respuesta, \mathbf{a} , (eje Y) frente al desplazamiento del muro, (eje X) que incluye (0; 0)

B3.5

Medir el área bajo la curva graficada = A_1 (mm)

B3.6

Determinar la aceleración de respuesta que provoca al fallo del muro, \mathbf{a}_e , de la siguiente fórmula:

$$a_e = \phi \sqrt{2k_{cr} A_1} \quad (g)$$

Donde:

K_{cr} = Espesor inicial del muro el cual se halla:

$$k_{cr} = a_{cr} / \Delta_{cr}$$

B4 Criterio de resistencia última

El muro se diseñará con la siguiente condición:

$$a_e > C_{pi}$$

8.2 ANEXOS DE LA NORMA NZS 4298

ANEXO C: ENSAYO PARA EVALUAR EL ESTADO HÚMEDO/SECO (Normativo)

C1 General

Este ensayo cíclico húmedo/seco es para eliminar los suelos reactivos o las mezclas de suelos y estabilizadores con inaceptables propiedades.

CC1

Este ensayo es para eliminar materiales inadecuados en las construcciones tierra que pueden ser capaces de pasar las pruebas de resistencia y otras pruebas de durabilidad pero debido a los minerales de arcilla presentes o la mezcla inapropiada de técnicas de constitución o de fabricación, son propensos a fallar después de repetir la humectación y secado. El ensayo simula un número de ciclos de humectación y secado.

C2 Equipo

C2.1

El siguiente equipo es necesario:

- a. Un plato para que la muestra sea remojada, el cual tendrá un área de al menos 1,5 veces más grande que el lado que está siendo empapado;
- b. Tres monedas 20 céntimos o 50 céntimos (aproximadamente).

C3 Procedimiento

C3.1

Se seleccionaran dos muestras de ladrillos idénticas. Primero, el ladrillo de referencia, se ajustará a un lado. Alternativamente, dos lados opuestos del mismo ladrillo pueden ser utilizados - uno para las pruebas, una para referencia.

C3.2

Remoje un lado de la muestra apoyada aproximadamente 2 mm por encima de la base del plato por las tres monedas de 20 céntimos, las cuales se colocan por debajo del agua en una profundidad inicial de 10 mm para los siguientes períodos:

- Cuatro minutos para los materiales que se requieren para tener un índice de erosionabilidad de 1.
- Dos minutos para los materiales que se requieren para tener un índice de erosionabilidad 2.
- Un minuto para que los materiales de que están obligados a tener un índice de erosionabilidad de 3.
- 0,5 minutos para los materiales que se requieren para tener un índice de erosionabilidad de 4.

El lado que va ser remojado será el que se designó para que sea el lado vertical cuando se incorpora el ladrillo en el muro.

CC3.2

El lado remojado será normalmente el lado lateral más largo del ladrillo.

C3.3

Deje secar al aire la muestra. La muestra debe secarse durante un día o hasta que el color y la apariencia del ladrillo de prueba coincidan con la del ladrillo de referencia que indica que el secado es completo, es decir que se toma el mayor tiempo para el secado completo de la muestra. El secado acelerado puede llevarse a cabo en un horno a temperaturas de menos de 70°C hasta que el color y apariencia coincida con el ladrillo de referencia o en un día en el que el secado tome menor tiempo.

C3.4

Examinar y registrar la condición del lado empapado al final de cada operación de secado. Observar particularmente cualquiera de las siguientes condiciones:

- a. Patrones de agrietamiento tipo cuarteo;
- b. Patrones de agrietamiento tipo estrella;
- c. Hinchazón local;
- d. Picaduras locales en al menos 5 locaciones;
- e. Fricción local o general que es la pérdida de capas de suelo, ya sea cuando esta húmedo o después del secado;
- f. Penetración del agua, como se indica visualmente en las superficies exteriores de los ladrillos en más de un 70% del espesor del ladrillo;
- g. La pérdida de fragmentos de los ladrillos que sean más grandes de 50 mm no se incluirán;

- h. La eflorescencia, que son cristales pulverulentos en la superficie de ladrillo, son generalmente de color blanco.

C3.5

Repetir los pasos C3.2 al C3.4 para un total de seis ciclos. El mismo lado será sumergido en cada ciclo.

C3.6

En el sexto ciclo, la muestra se seca durante dos días o hasta que el color y la apariencia del ladrillo de prueba coincidan con la del ladrillo de referencia que indica que el secado es completo.

C4 Criterios de aceptación

La mezcla de tierra o suelo representado por la muestra es aceptable si, durante o al término del procedimiento detallado en el punto C3, no ha habido ninguna aparición de cualquiera de las condiciones señaladas en C3.4.

ANEXO D: ENSAYO DE EROSIÓN (MÉTODO DE ROCIADO A PRESIÓN)

(Normativo)

D1 General

La prueba consiste en la pulverización de la cara de una muestra preparada de suelo por un período de 1 hora o hasta que el espécimen sea penetrado.

CD1

La prueba es empírica desarrollado por el antiguo Centro de Tecnología de la Construcción Nacional ahora CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization - Australia).

D2 Procedimiento

D2.1

Los componentes del equipo se muestran en la figura D1.

D2.2

El espécimen se cura por un mínimo de 28 días antes del ensayo.

La sección expuesta de la muestra se somete al rociado durante 1 hora o hasta que el espécimen se erosione. La prueba se interrumpe en intervalos de 15 minutos y la profundidad de erosión se registra.

D3 Resultados

La profundidad máxima de erosión del hoyo más profundo en una hora es medida en milímetros con una varilla de punta achatada de 10 mm diámetro. Cuando el rociado perfora

un agujero justo a través del espécimen en menos de una hora, la tasa de erosión se obtiene dividiendo el espesor del espécimen por el tiempo necesario para que ocurra una penetración completa. El índice de erosionabilidad se determinará por referencia a la tabla D1 de abajo.

Tabla D1: Índices de erosionabilidad de la prueba de erosión por rociado a presión

Propiedades	Criterios	Índice de Erosionabilidad
Profundidad de erosión: D (mm/hr)	$0 \leq D < 20$	1
	$20 \leq D < 50$	2
	$50 \leq D < 90$	3
	$90 \leq D < 120$	4
	$D \leq 120$	5
Profundidad de penetración (Ruptura de la muestra inmediatamente después de la finalización de pruebas anteriores) si la muestra es mayor que 120 mm	< 120 mm ≥ 120 mm (medido desde la cara del ladrillo)	Aprobado Fracaso

FUENTE: NORMA NZS 4298

D4 Penetración de humedad

Después de completada la prueba, la penetración de la humedad se mide por la ruptura del espécimen a través del punto donde la erosión es más profunda y la inspección de la superficie de ruptura si la muestra es más de 120 mm de espesor.

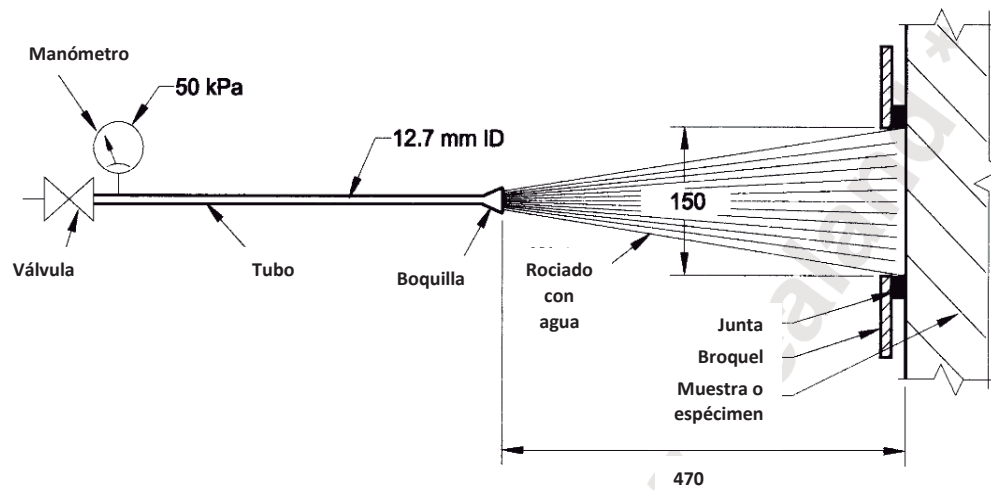


Figura D1: Mecanismo General para la Prueba de Rociado a Presión

FUENTE: NORMA NZS 4298

D5 Prueba de Evaluación cíclica de humedad/secado

El ensayo de evaluación cíclica de humedad/secado es requerida para eliminar suelos reactivos y suelos dispersivos como se especifica en el Apéndice C.

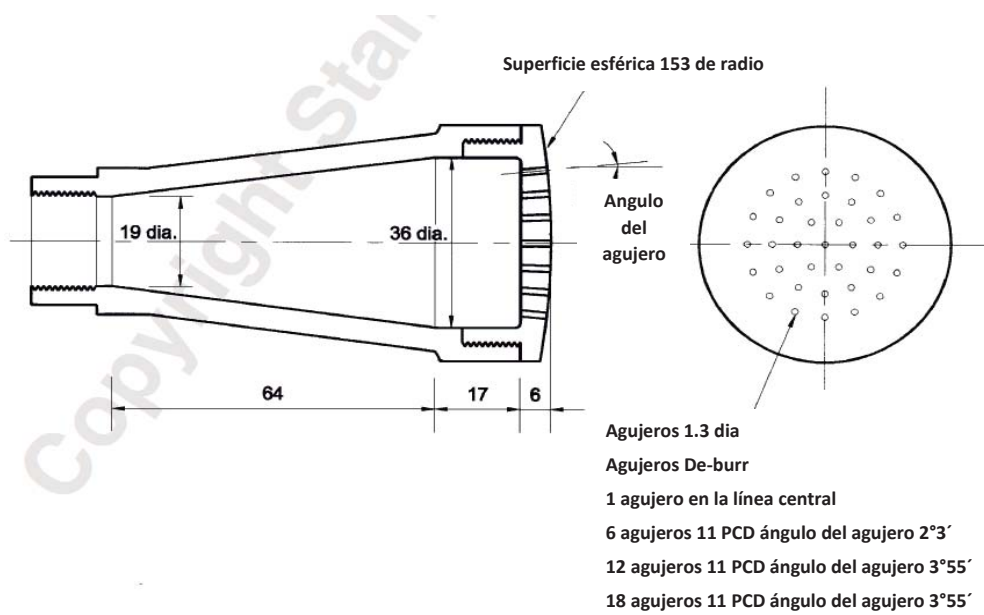


Figura D2: Boquilla de la prueba de rociado a presión

FUENTE: NORMA NZS 4298

ANEXO F: ENSAYO DE CONTRACCIÓN PARA MORTEROS

(Normativo)

F1 Los aparatos

F1.1

Las cajas de contracción que se abren de la parte superior pueden ser de acero o de madera, pero deben ser capaces de resistir la presión de apisonamiento si se utiliza para analizar muestras de tierra apisonada. Las dimensiones internas de cada caja de contracción es de 600 mm de largo x 50 mm de ancho x 50 mm de alto. Las cajas de madera deberán ser pintadas o aceitadas para prevenir la humedad ocupan de la muestra.

F1.2

Los extremos de la caja deberán ser cuadrados y lisos. Las cuñas metálicas se pueden añadir si es necesario para asegurar un extremo superficial liso de medida.

F1.3

Los lados y el fondo de la cavidad irán revestidos con 2 capas de papel de periódico para detener la adherencia de material al aparato.

CF1

Se pueden hacer cajas individuales o se pueden hacer cajas múltiples de lado a lado.

F2 Procedimiento

F2.1

Tomar una muestra de una mezcla seleccionada que ha sido preparada de la misma manera que la que si se utilizará para construcción.

F2.2

Para el ensayo de una muestra de tierra vertida, o de un mortero, conformar una mezcla con un contenido óptimo de humedad para la trabajabilidad de la aplicación propuesta y colocar la muestra en la caja de la contracción sin agujeros o huecos. Realizar un curado en húmedo durante siete días cubriendo la muestra con plástico, luego secar al aire fuera del sol directo durante otros 21 días.

F2.3

Para las muestras que contienen cal, el curado en húmedo será como lo dicho anteriormente durante 21 días antes de secado al aire durante siete días. Asegúrese de que la muestra está seca antes de tomar mediciones.

F2.4

Cuanto más lisa la superficie de la muestra, más fácil será observar las grietas y evaluar la contracción.

F3 Cálculo de resultados

Medir la contracción utilizando galgas de mecánico después de un mínimo de 28 días. Si la muestra es agrietado a lo largo de su longitud empujar la muestra junto a cada extremo. Medir la contracción en cada extremo y sumar los resultados.

$$\text{Contracción} = \frac{\text{Contracción medida (mm)}}{600 \text{ mm}} \times 100$$

ANEXO G: ENSAYO DE COMPRESIÓN Y CORTE

(Normativo)

G1 Compresión

Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse. Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos:

G1.1 Resistencia a la Compresión de la Unidad

La resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe. El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última (f_o) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas. Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de f_o mínimo aceptable de 12 kg/cm². La resistencia a la compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma y no de la albañilería.

G1.2 Resistencia a la Compresión de la Albañilería

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

Ensayos de pilas con materiales y tecnología a usar en obra. Las pilas estarán compuestas por el número entero de adobes necesarios para obtener un coeficiente de esbeltez (altura/espesor) del orden de aproximadamente tres, debiéndose tener especial cuidado de mantener su verticalidad. El número mínimo de adobes será de cuatro y el espesor de las juntas será de 2 cm. La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura G1. El tiempo de secado del mortero en pilas será de 30 días y el número mínimo de pilas a ensayar será de tres. Mediante estos ensayos se obtiene el esfuerzo último f_m' en compresión de la pila,

considerándose aquel valor que sobrepasa en dos de las tres pilas ensayadas. El esfuerzo admisible a compresión del muro (f_m) se obtendrá con la siguiente expresión:

$$f_m = 0,25 f_m'$$

Donde:

f_m' = esfuerzo de compresión último de la pila

G2 Corte

G.2.1 Resistencia al Corte de la Albañilería

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

Los ensayos de compresión diagonal con materiales y tecnología a usarse en obra. La disposición del ensayo será la mostrada en la Figura G2. Se ensayarán un mínimo de tres especímenes. El esfuerzo admisible al corte del muro (V_m) se obtendrá con la expresión:

$$V_m = 0,4 f_t'$$

Donde:

f_t' = Esfuerzo último del murete de ensayo. Este valor será el sobrepasado por de 2 de cada 3 de los muretes ensayados.

Figura G1: Ensayo de compresión axial.

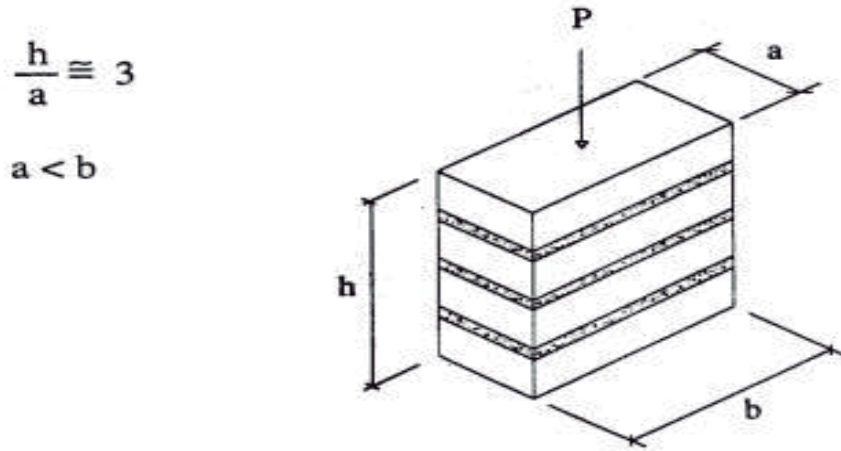
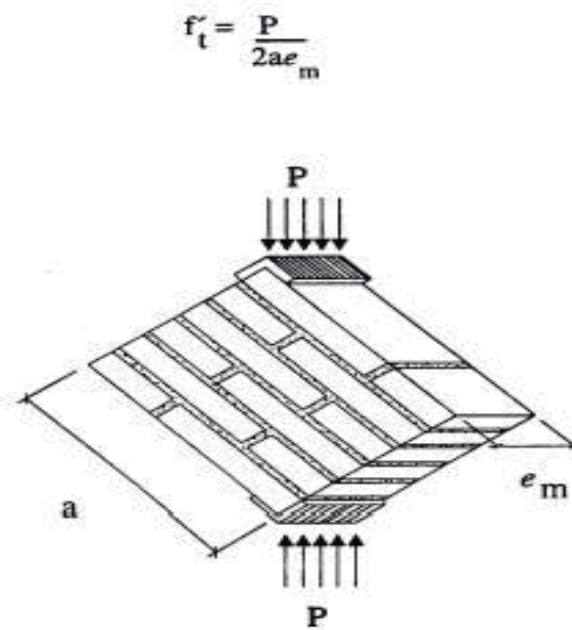


Figura G2: Ensayo de compresión diagonal.



FUENTE: NTE 080

ANEXO H: ENSAYO “CAIDA DE LADRILLO DE ADOBE”

(Normativo)

H1 General

H1.1

Un ladrillo de tierra curado en no menos de 28 días será probado de la siguiente manera:

Si el ladrillo es más largo que 2 veces su ancho será aserrado o quebrado para obtener un espécimen de prueba que tenga una longitud entre 1 y 2 veces su ancho.

H1.2

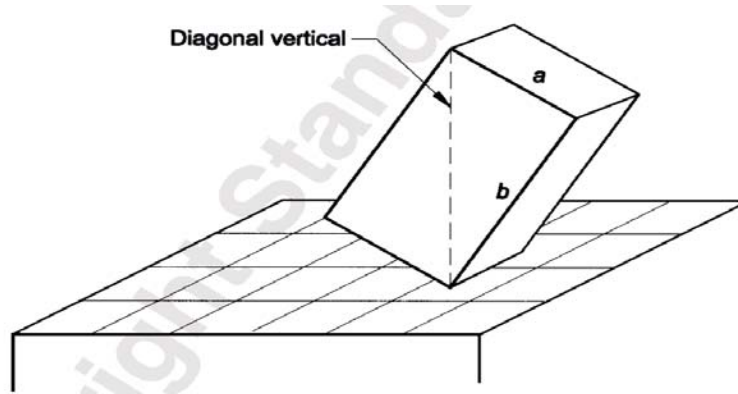
Será sostenido como se muestra en la figura de abajo; H1 y dejado caer con su punto más bajo, 900 mm por encima del punto de impacto en una tierra dura o muy dura o una superficie sólida de soporte.

CH1

Este ensayo es una prueba de campo adecuada para cualquier ladrillo de adobe o ladrillo prensado, ya sea estabilizada o no estabilizada.

H2 Criterio de aprobación

El ladrillo será aprobado si no se rompe en pedazos de aproximadamente igual tamaño, tampoco debe haber pedazos restantes tan grandes como 100 mm o de mayor tamaño desplomado de cualquier esquina.



$$a \leq b \leq 2a$$

Nota:

If $b > 2a$, cu Cortar el ladrillo a la mitad antes del ensayo

Figura H1: Orientación de la tierra de ladrillo antes de la caída

FUENTE: NORMA NZS 4298

ANEXO J: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXO TRACCION (Normativo)

J1 Método ladrillos apilados

CJ1

Procedimiento de prueba de campo sencilla que se muestra a continuación.

J1.1 Equipos

La prueba debe ser realizada sobre un nivel de terreno firme o sobre una superficie de concreto o madera firme. La prueba se debe preparar como se muestra en la figura J1 usando capas de arena de 10 mm de espesor debajo de cada punto de carga para distribuir las mismas cargas a través de todo el ancho de ladrillo. El listón de madera que apoya el borde de la pila de ladrillos será colocado directamente encima del soporte para el ladrillo que se está poniendo a prueba. La pila de carga se compensa con la dimensión $x \approx 0,04$ m (40 mm) para evitar que los ladrillos de carga se derriben antes que ocurra el fallo. El ladrillo que está siendo probado será de un mínimo de 350 mm de largo. La longitud entre apoyos del ladrillo que se está ensayando será más del doble de su profundidad.

J1.2 Procedimiento

J1.2.1

El peso, W , de los ladrillos se determina tomando el promedio de los pesos de 10 ladrillos que han sido fabricados de una manera idéntica. Los pesos se determinarán con una precisión de 0,5 kg y cualquiera de los 10 ladrillos que varíe en más del 5% del promedio será descartado y sustituido por otro hasta que se cumpla este criterio.

J1.2.2

Antes que los ladrillos adicionales sean colocados sobre el primer ladrillo de carga, las medidas se tomarán de las dimensiones b, d, l, L, y x con una precisión de 1,0 mm.

J1.2.3

La carga de prueba se aplica en el apilamiento de los ladrillos uno a la vez hasta que se alcanza el fallo por flexión.

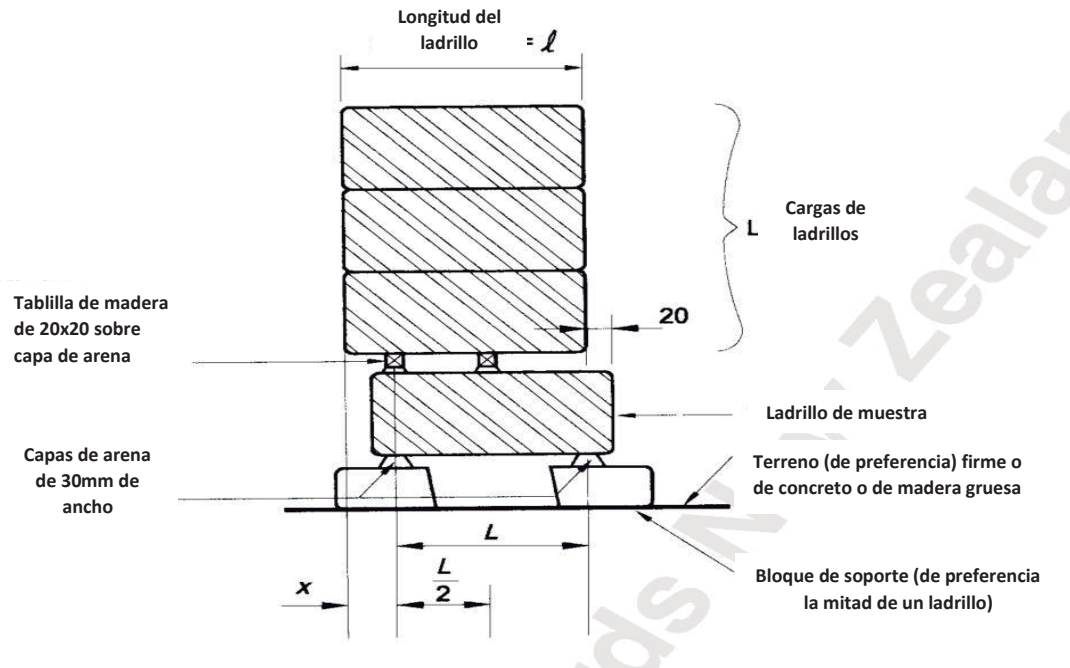


Figura J1: Ensayo de ruptura de ladrillos apilados

FUENTE: NORMA NZS 4298

J1.3 Resultados

La resistencia a la flexo tracción (módulo de rotura), f_{et} , se calcula mediante la fórmula:

$$f_{et} = \frac{0.015 n W l}{bd^2} \times \frac{177 - 2x}{L} \text{ kPa} \dots \dots \dots \text{(Eq. J1)}$$

Donde:

B = Amplitud de ladrillo de prueba (m)

b = Longitud de ladrillo (m)

D = Profundidad de ladrillo de prueba (m)

L = Longitud entre centros de apoyo de ladrillo de prueba (m)

n = Número de ladrillos de carga en fallo

W = Peso de cada ladrillo de carga (kg)

X = Desplazamiento de ladrillos de carga de apoyo del extremo de la pila de carga (m)

l = Longitud de ladrillos de carga (m)

El resultado se registró cerca a las 10 kPa.

CJ1.3

La fórmula se deriva suponiendo que 100 kg pesa 1 kilo Newton. El factor $(1 - 2x)/L$ es para compensar el desplazamiento de la carga.

El método equivalente de laboratorio deberá utilizar 2 tubos de acero de 50 mm para soportar el ladrillo y un tercio de tubo para aplicar la carga de prueba. Este es el módulo de prueba a la ruptura como se describe en el Uniform EE.UU. Código de Construcción de 1982 (Conferencia Internacional de la Construcción, Whittier, California), Sección 24. 1409.

En el ensayo:

$$f_{et} = \frac{3}{2} \times \frac{n W (1 - 2x)}{bd^2} \text{ kPa} \quad ; \text{ si } W \text{ esta en kN}$$

$$f_{et} = \frac{3}{200} \times \frac{n W (1 - 2x)}{bd^2} \text{ kPa} \quad ; \text{ si } W \text{ esta en kg}$$

ANEXO K: REQUISITOS ADICIONALES PARA EL ADOBE IN SITU Y COB (Informativo)

K1 General

El adobe In situ y Cob son esencialmente la misma técnica, salvo que el adobe In situ utiliza un molde para mantener el material a medida que se coloca en el muro mientras que Cob es generalmente una técnica de "sin molde"

El adobe In situ es un método sin mortero de las construcciones de tierra por el que una mezcla adecuada de tierra se moldea en su posición final colocándola en un molde de ladrillo que a la vez está situada en un muro en construcción. El molde es eliminado inmediatamente dejando el ladrillo para que sea trabajado en un muro monolítico y con una superficie terminada deseable antes que se endurezca.

Cob es el método de construcción mediante el cual una protuberancia de una mezcla de tierra con una cantidad adecuada de arcilla arenosa y paja es mezclado y colocado en un muro sin necesidad de utilizar un molde para formar un muro monolítico ya que está unido a otros Cobs y a una superficie igualada y terminada debido al secado del material.

Una tradición moderna está empezando a emerger lo cual sugiere que el método In situ sea usualmente una mezcla con estabilizador y el método Cob sea una mezcla más tradicional de arcilla/arena/paja.

El éxito de estos dos métodos de construcción se basa en gran medida en la selección de una mezcla de tierra que virtualmente elimina la contracción y que es inherente a ambos métodos de construcción. Esto significa que los suelos que funcionan con éxito para estas técnicas generalmente contienen una baja proporción de arcilla en la mezcla.

Generalmente, se utiliza un bajo contenido de arcilla que en el ladrillo de adobe convencional (barro). Mientras que los adobes curados tienen a contraerse antes de ser colocados, en las

construcciones de adobe in situ y Cob todas las contracciones suceden en los muros. Se requiere que cada lineamiento una las capas anteriores para que las contracciones severas no causen grietas destructivas o de desfiguración.

Una mezcla ideal tendrá suficiente arcilla para unirse entre sí las partículas de arena en la mezcla con una mínima contracción. La contracción puede ser superada por la modificación de la mezcla de tierra, al limitar el tamaño de las unidades moldeadas o mediante el sellado de grietas originadas por la contracción si no hay de riesgo de daño de la integridad estructural. El uso de cemento o cal hidratada también pueden ayudar a reducir la contracción en algunos suelos.

El adobe In situ se forma mediante la colocación de una mezcla de suelo parecido a un adobe arenoso húmedo en un molde que se establece en alguna parte del muro. Los moldes se retiran inmediatamente después de que el ladrillo se termina de moldear.

K2 Fabricación Cob

El método Cob se efectúa haciendo y colocando trozos de una mezcla de suelo, parecido a un adobe arenoso rígido, en alguna parte del muro donde sean sellados o apisonados.

Las juntas y la superficie son "trabajadas" como una mezcla que se establecen y se curan para formar un muro monolítico para obtener un acabado superficial adecuado. Se añaden alineamientos sucesivos sin mortero para formar cualquier estructura como muros portantes o auto estables o de relleno. Estos últimos, no necesariamente tienen una función estructural importante.

Se pueden usar aditivos tales como cemento, cal hidratada, paja, o emulsión bituminosa (betún).

Los revestimientos superficiales pueden ser utilizados para mejorar la durabilidad aunque esto está fuera del alcance de esta Norma. (Ver el anexo L).

La mezcla de suelo debería ser empapado durante al menos 12 horas antes del moldeo, a menos que el cemento está incluido en la mezcla, en cuyo caso la mezcla se puede mezclar en seco.

Las capas precedentes deben endurecerse antes que sucesivamente se echen las capas. El peso del nuevo trabajo no debería ser como para desplazar o deformar el procedimiento de trabajo por más de 10 mm en cualquier dirección, a menos que se desee un asentamiento por razones estéticas y no cause colapso o agrietamiento.

La superficie de trabajo previo debe ser completamente humedecida inmediatamente antes de la colocación del trabajo posterior. Esto ayuda a prevenir el secado prematuro en las juntas y mejora la resistencia de la unión.

Dependiendo del espesor del muro y su exposición a la intemperie, el curado puede tomar de una semana a varios meses. La exposición excesiva a la luz solar directa o vientos fuertes puede causar sequedad desigual y agrietamiento.

Los muros sólidos se pueden fabricar en una amplia gama de tamaños y proporciones dimensionales.

Los factores limitantes incluyen:

- a. La altura y el espesor de los muros que se construirá.
- b. La integridad estructural.

- c. La necesidad de mantener la unión en las esquinas.
- d. La contracción horizontal excesiva con el consecuente agrietamiento puede ocurrir con algunos suelos y será más pronunciado cuan más grande sea la unidad colocada o moldeada.
- e. El tamaño y la forma de los moldes (si los hay) que se utilizan. Los muros pueden consistir en más de un ladrillo para lograr un espesor especificado, pero es más común el uso de forro de construcción sencillo.
- f. El material del muro puede ser moldeado con agujeros para proporcionar el paso de servicios. Estos deberían general ser de diámetro pequeño (menos de un tercio del espesor de pared). Se puede considerar la perforación de núcleos después del secado inicial.

K3 Moldes (in situ de adobe)

Los moldes deben tener una forma que pueda permitir que las unidades sean moldeadas adecuadamente y sean retirados sin dañar estas mismas unidades o unidades adyacentes a estas. Los moldes no tienen parte superior e inferior. Por lo general están hechas de lámina de metal o acero delgado y pueden tener lados ligeramente delgados para facilitar el retiro del molde del material contenido.

K4 Tamaños preferidos

No hay tamaños preferidos, aunque las unidades moldeadas no deberían ser más largas que 450 mm. La consistencia en el espesor de las unidades de molde tiene una influencia sobre el nivel de los alineamientos sucesivos. En un entorno comercial la cantidad de variación dimensional permitida podría ser designada.

K5 Uniones

Se requiere tierra para unir las capas anteriores y superficies adyacentes que están raspadas y afinadas (o manipuladas) para mejorar la unión.

Los ladrillos In situ se vacían de acuerdo a un patrón de unión de superposición utilizando generalmente media o la mitad de la unión siempre que sea posible, y de otra manera una unión mínima de 100 mm.

Cob es puesto o colocado en un patrón de superposición que proporciona tanto la unión con Cobs anteriores y adyacentes cómo es posible utilizando generalmente superposiciones de una unión media donde sea posible. Un método recomendado para manipularlo, es formar agujeros de 50 mm de profundidad por 35 mm de diámetro en la parte superior superficial, distanciados a 100 mm entre los centros de estos.

Otro método recomendado para la colocación de Cobs de consistencia más rígida es colocarlos en el muro, en un patrón tipo espina de pescado o espiquilla alineando los Cobs entre 45° y 60° al plano del muro. Las hiladas se establecen con capas alternadas en su alineación.

Las secciones del muro se construyen con el fin de mantener la continuidad de la estructura alrededor de las esquinas.

Cuando un muro se encuentra con otro, cada lineamiento debe estar unido al muro colindante.

Nota: Los núcleos son las perforaciones en el ladrillo de adobe.

K6 Control de contracción usando juntas de construcción

Las juntas de construcción verticales para controlar la contracción horizontal se proporcionarán de acuerdo a lo establecido en el artículo 6 de la Norma de adobe peruana con respecto a las juntas de control. Cualquier junta de construcción debe ser detallada para resistir cualquier cambio climático.

Los muros hechos por estos métodos también pueden reducirse significativamente verticalmente.

La tolerancia debería ser hecha cuando se detalle frente otros materiales o estructura para asegurar que los muros no se "cuelguen" en muros adyacentes, elementos de carpintería o refuerzo incrustado.

K7 Ensayos

K7.1 Contracción

El éxito de este método de construcción se basa en gran medida en el control de la contracción y deberá ser específicamente evaluado en cada proyecto. Un límite sugerido para la contracción sería de 0.1% sobre una muestra de 600 mm medida según la contracción del mortero por adobe estipulado en el Apéndice F. Lo ideal sería que un panel de prueba debería ser probado antes que comience la construcción de muro a escala completa.

Las muestras para los ensayos de flexo tracción, compresión o robustez (este último también llamado ensayo de caída) pueden ser vaciadas o echadas en moldes de adobe. Estos pueden ser probados usando los métodos de los apéndices H y J.

ANEXO L: REVESTIMIENTOS DE SUPERFICIE

(Informativo)

L1 General

Los revestimientos de superficie pueden ser utilizados para mejorar la durabilidad de los materiales a excepción de los materiales que contienen materia orgánica, sales solubles, agregados grandes, y suelos secos.

L2 Propósitos de los revestimientos de superficie

Los revestimientos superficiales se pueden utilizar:

- a. Para evitar la penetración de humedad.
- b. Para evitar la erosión y reducir la formación de polvo superficial.
- c. Para enlazar las capas superficiales, pintándolas, y para modificar la textura de superficie del muro.
- d. Por razones estéticas.

Donde el diseño estructural o las condiciones climáticas sugieran la necesidad de mejorar el nivel de durabilidad de un material de construcción de tierra en particular, esto podría lograrse por:

- a. La estabilización completa de la tierra utilizado en los muros exteriores; o
- b. El uso de revestimientos de superficie apropiados.

L3 Preparación de la superficie

Una superficie que va a revestirse, se prepara de forma apropiada dependiendo del tipo de revestimiento que se va usar.

L4 Propiedades requeridas para el revestimiento

- a. Un revestimiento superficial deberá excluir la entrada de agua pero permitir la salida de vapor de agua del material del muro subyacente de tierra, es decir que el material debe "respire libremente". No deberá formar una película impermeable al aire.
- b. Se proporcionará una protección por estabilización de las partículas del suelo en la superficie exterior del muro.
- c. El revestimiento superficial deberá ser resistente a la degradación por luz ultravioleta.
- d. Cuando ha sido probada una muestra representativa del material de construcción de tierra, deberá demostrar una mejora en el rendimiento de la durabilidad a un nivel adecuado para la exposición deseada del muro a construir.

L5 Revestimientos de superficie

L5.1 Material inadecuado

El uso de material de tierra que no pasa la prueba de evaluación húmedo/seco del Apéndice C o la prueba de erosión del Apéndice D entonces no cumple con las disposiciones de revestimiento superficial.

L5.2 Mejora del índice de erosionabilidad a través del revestimiento de superficie

Se recomienda que el índice de erosionabilidad de un material sea mejorado en un máximo de una unidad a través de la aplicación de un revestimiento superficial sujeta a un resultado adecuado de re-ensayo.

L5.3 Límites de mejora del índice de erosionabilidad

Se recomienda que una muestra con un índice de erosionabilidad de 2, después de ser probado con la prueba de erosión del Apéndice D (método de rociado por presión), quizás pueda dar una calificación de erosionabilidad de 1, después que se aplique un revestimiento superficial y este sujeta a un resultado de prueba adecuado utilizando la prueba de rociado ya mencionada.

Una muestra de material que da un resultado de la prueba índice de erosionabilidad de 3 o 4 por ejemplo, podría tener su calificación de índice erosionabilidad 2 o 3 respectivamente si está sujeta a un resultado de prueba adecuada después de la aplicación de un revestimiento superficial. Aunque esta disposición también puede considerarse como conservativa, los resultados de fallo del revestimiento superficial pueden ser impresionantes si la durabilidad de la construcción se basa únicamente en la integridad de ese recubrimiento superficial.

L5.4 Rendimiento de diversos tipos de revestimiento

Los revestimientos de tierra tradicional, cal y yeso son generalmente muy compatibles con las superficies de tierra. El uso de emulsión bituminosa para revestimientos superficiales de tierra también tiene un historial razonablemente exitoso (aunque el color de la superficie puede no sea muy aceptable sin revestimientos adicionales).

Los tratamientos químicos basados en siliconas, silicatos, agua y aceite para revestimientos o pinturas, cemento para revestimientos o enfoscados de cemento estuco pueden variar ampliamente en su funcionamiento según los diversos suelos o las diferentes mezclas de suelos cuyo su funcionamiento puede ser impredecible. Los revestimientos superficiales

densos que no penetran la superficie del muro, tales como cemento estuco, requieren fijación mecánica y a su vez, un diseño específico el cual incluye una evaluación de permeabilidad al vapor de agua tanto en enfoscados de cemento como cualquier tratamiento de pintura.

A veces, un revestimiento que se desempeña bien en un suelo puede no hacerlo en otro.

L6 Curado y secado de revestimientos de superficie

Todos los revestimientos de superficie deben ser adecuadamente curados y secados.

La mayoría de suelos, revestimientos o enfoscados de cal y yeso, requieren un lento control de secado para garantizar la máxima adherencia y un agrietamiento mínimo. No trabajar en el sol directo, y la disposición de sombra y/o rociado ligero con agua puede ser recomendable.

L7 Mantenimiento

Los revestimientos superficiales pueden requerir un mantenimiento periódico para restaurar las propiedades necesarias cuando empiecen a degradarse.

L8 Permeabilidad

Es importante que los revestimientos superficiales tengan una permeabilidad adecuada para permitir que la humedad dentro de los muros sea liberado y evitar su acumulación.

L9 Tipos de revestimiento

L9.1 Revestimientos en áreas húmedas y externas

Los revestimientos resistentes al agua, previenen la erosión y la penetración de humedad en muros externos y áreas mojadas internas, con el fin de aumentar la impermeabilidad e incluyen:

- a. Arpillera o tejido de sacos.
- b. Revoques de tierra con agregados naturales; (revisar ese material)
- c. Enlucido de cal.
- d. Lechada o pintura de cal.
- e. Pinturas a base de aceite.
- f. Aceite de linaza hervida.
- g. Selladores de silicona transpirable.
- h. Las pinturas al agua.
- i. Estuco o enfoscados de cemento.

L9.2 Revestimientos para reducir el polvo

Los acabados que reducen el polvo interno incluyen:

- a. Tamaño del papel tapiz.
- b. Enfoscados de tierra y yeso con aditivos naturales.

- c. Enlucido de cal.
- d. revoques de yeso o yeso de enlucir.
- e. Lechada o pintura de cal.
- f. Aceite de linaza hervida.
- g. Las pinturas al agua.
- h. Preparaciones de PVA.
- i. Pinturas a base de aceite.
- j. Estuco de cemento.

L9.3 Mayor Mantenimiento u opciones de revestimientos para una vida más larga

La amplia gama de diferentes revestimientos superficiales tiene dos enfoques o criterios claramente diferentes. Los acabados de tierra natural pueden lograrse de manera sencilla y a un bajo costo inicial. Un costo inicial más bajo puede ser compensado por mayores costos de mantenimiento debido a la necesidad de un tratamiento más frecuente para una superficie menor, pero esto también es simple y barato.

Los revestimientos más permanentes como superficies a prueba de agua son más caros al principio y hasta pueden crear mayores costos de mantenimiento a largo plazo. Las superficies impermeables, tales como estuco de cemento, pueden contener y atrapar la humedad, mientras que los muros de tierra naturalmente revestidas absorberá y emitirán la humedad en el aire permitiendo que la pared “respire”.

L10 Superficies sin tratar

Los muros de ladrillos de tierra y tierra apisonada se pueden dejar sin tratamiento en ambas superficies tanto internas y externas siendo mayormente satisfactorias, sobre todo las superficies externas.

Algunos muros internos de tierra, particularmente de adobe no estabilizado, pueden atraer el polvo y beneficiarse con un tipo de revestimiento superficial.

L11 Arpillera o tejidos de sacos

Consiste en frotar una capa delgada de lodo de arcilla, con o sin aditivos naturales como el estiércol de vaca (abono), en y sobre toda la superficie.

La arpillera o tejidos de saco son particularmente adecuadas para el adobe y son lo suficientemente delgadas como para revelar el patrón inferior de albañilería.

Las mezclas recomendadas son:

- 50% de estiércol de vaca fresca y 50% de arcilla arenosa y la consistencia de la pintura a base de aceite.

Los muros deben ser rociados ligeramente con agua y terminar de colocar la arpillera mientras que el muro está todavía húmedo.

L12 Revoques de tierra

Es un tratamiento tradicional para los muros de adobe y se aplica normalmente en 2 capas, tanto para exterior e interior.

La primera capa de arcilla arenosa fina tamizada suele reforzarse con paja o material fibroso y se aplica aproximadamente 10 mm de espesor. La segunda capa también es de arcilla fina tamizada pero se aplica lo más finas posible.

Los aditivos naturales incluyendo estiércol de vaca o de harina de centeno, los cuales aumentan la dureza de la superficie, también pueden ser añadidos al revoque de tierra.

La lechada o pintura de cal debe ser aplicado para limpiar polvo de las superficies libres en al menos 2 o 3 capas.

L13 Revoques de yeso o yeso de enlucir

Los revoques de yeso son adecuados en muros interiores de tierra para proporcionar un acabado de superficie muy liso. Se aplican normalmente en 2 capas con la primera capa de normalmente 20 mm de espesor y la segunda capa de 3 mm a 5 mm de espesor.

Las mezclas recomendadas son:

a. Primera capa:

- Una parte de revoque de yeso con fibra de refuerzo.
- Cinco partes de arena.

b. Segunda capa:

- Una parte de masilla de cal mezclada con yeso.
- Dos partes de arena.

L14 Enlucidos de cal

Son también adecuados para muros interiores de tierra para proporcionar un acabado liso de superficie y por lo general, son aplicados en 2 capas similares a los revoques de yeso o yeso de enlucir.

La mezcla recomendada es:

- Una parte de masilla de cal.
- Cinco partes de arena.
- Una parte de suelo arcilloso tamizado.

L16 Estuco de cemento

Los revoques o estucos de cemento pueden proporcionar una superficie a prueba de agua que si es aplicado apropiadamente, podría tener una vida libre de mantenimiento de 10 a 15 años. Sin embargo, los revoques de cemento tienen una principal desventaja por tener un coeficiente diferente de expansión que el de la tierra, el cual puede conducir a la separación de dos superficies. El estuco de compensación que está unido mecánicamente al sustrato tierra es usualmente proporcionado con revoques de cemento.

ANEXO M: PISOS DE TIERRA

(Informativo)

M1 General

M1.1

Esta sección se ocupa de los criterios de desempeño para pisos de tierra de solo una única unidad de vivienda o de construcciones con condiciones de carga que son similares.

Este anexo contiene información que se requiere para elaborar planos de construcción y especificaciones de los pisos de tierra.

Los pisos de tierra tienen una tradición establecida e históricamente se han hecho de muchas maneras.

Algunos pisos de tierra tradicionales son relativamente “suaves” los cuales también están sujetos al daño ocasionados por el calzado de las personas, pisadas pesadas o la abrasión o desgaste por el movimiento de muebles. Los pisos de tierra también han sido por lo general fácilmente reparados con el mantenimiento regular de los revestimientos de superficie.

M1.2 Alcance

Esta sección se ocupa de los pisos que están hechos de:

- a. Ladrillos de tierra prensada.
- b. Ladrillo de adobe.
- c. Tierra apisonada.

d. Tierra vertida.

M2 Criterios de desempeño

Los pisos de tierra deberán ser sustancialmente planos, tener una resistencia adecuada a la abrasión, compresión, impacto y deslizamiento, y estar sólido.

M3 Construcción

M3.1 Las juntas de movimiento

Las juntas serán terminadas de inmediato y serán continuas con las juntas de movimiento y las juntas de contracción en la base. Este procedimiento no puede ser aceptable si las juntas de la base no están alineadas, por ejemplo, o no están rectos y paralelos o si su trazado no coincide con la del piso. En estas circunstancias, la orientación o solución la debe buscar el diseñador o técnico asesor de la construcción.

M3.2 Los efectos térmicos

Los pisos de color claro reflejan e irradian calor y los suelos de color oscuro principalmente re-irradian calor solamente y por lo tanto, absorben y conducen una alta proporción de la ganancia de calor solar como respaldo. Debería considerarse aislar el subsuelo para mejorar el rendimiento térmico de un piso de tierra. Estas características se pueden usar en el diseño de edificaciones térmicamente eficientes.

Cuando se sospecha que el movimiento térmico del piso puede ser excesivo, se tomará precauciones especiales tales como la disposición de juntas de movimiento.

M3.3 Aditivos

Una solución al problema de preservar y proteger los pisos de tierra contra la erosión es el uso de aditivos. Estos vienen en forma de cal, cemento, asfalto, cenizas volantes, y muchos otros productos.

M3.4 Selladores o revestimientos de superficies

Los revestimientos de superficie pueden ser utilizados como una cubierta a prueba de agua. Pueden ser productos naturales, productos químicos y combinaciones de productos los cuales forman una protección externa contra el desgaste de los pisos de tierra y resistencia a la penetración de agua u otros líquidos.

M4 Consideraciones funcionales

M4.1 Consideraciones funcionales

El material para pisos de tierra puede ser estabilizado o puede tener revestimientos superficiales o endurecedores, aplicados para mejorar el rendimiento de un piso de tierra con respecto a la resistencia a la abrasión, resistencia a la compresión, resistencia, al impacto o resistencia a la penetración de agua u otros líquidos.

M4.2 Estabilizadores

Los estabilizadores de pisos de tierra por lo general son de emulsión bituminosa, cemento o cal. A veces también son de ceniza muy fina u otros productos menos comunes.

M4.3 Selladores o revestimientos de superficies

Los revestimientos de superficies para pisos de tierra pueden consistir de materiales tales como aceites o ceras naturales, u otros selladores o productos de esta naturaleza. Las pruebas

o ensayos de idoneidad deben realizarse antes de la aplicación. Se debe tener en cuenta que algunos revestimientos superficiales pueden cambiar el color de un suelo significativamente.

M5 Tolerancias en nivel y superficie acabado

M5.1 General

La llanura o regularidad superficial es una medida de las desviaciones de un plano sobre un área grande del piso, así como sobre pequeñas áreas locales. Algunas variaciones en el nivel de la superficie puede ser permitidas sin perjuicio al desempeño satisfactorio del piso y los límites permisibles asociados a estas variaciones dependerá de muchos factores.

M5.2 Acabado superficial

Las tolerancias de acabado superficial deben tener en cuenta el método utilizado para fijar el suelo. Los métodos usados en la colocación de ladrillos en capas de espesor considerable permitirán algún ajuste para la regularidad superficial, mientras que ladrillos colocados en capas delgadas permitirán la corrección mínima.

M5.3 Salida o Desviación de referencia

La máxima salida o desviación desde el nivel del piso terminado debe ser especificada, teniendo en cuenta el área del piso y su uso.

Tolerancias recomendadas para los niveles de piso:

- a. El nivel de piso es ser generalmente dentro de ± 15 mm del nivel indicado en los dibujos;
- b. Dentro de un ambiente, la variación de esquina a esquina no serán más de ± 15 mm;
- c. La variación sobre un borde recto largo de 2 m no deberá ser más de ± 10 mm

Una mayor precisión de referencia puede ser necesaria en pequeños ambientes, a lo largo de la línea de los muros divisorios y en las proximidades de los vanos.

M5.4 Seguridad

Para asegurar el piso, no debe haber cambios bruscos de altura (por ejemplo, entre las diferentes superficies o entre ladrillos individuales) de más de ± 5 mm sobre un borde recto de 300 mm.

M6 Asentamiento y agrietamiento

M6.1 Pisos de la Tierra: General

M6.1.1

El asentamiento de las partes de una construcción no debe inducir agrietamientos inaceptables en pisos de tierra.

M6.1.2

Los pisos son para estar estructuralmente independientes de los muros para evitar el agrietamiento excesivo debido a las cargas y asentamiento de las zapatas. La figura M1 muestra algunas secuencias de construcción aceptables al instalar pisos de tierra.

M6.2 El agrietamiento

Se espera que el agrietamiento ocurra en tierra apisonada y en pisos de tierra vertida y que algunos agrietamientos en juntas pudieran ocurrir en los pisos de adobe. Como un piso no es un elemento estructural, estos agrietamientos no son de significancia estructural.

Se recomienda que la brecha máxima entre ladrillos sea de 3 mm si es sin lechada y de 20 mm con lechada.

Se recomienda que el espesor mínimo sea 100 mm para adobe. La longitud máxima de cualquier ladrillo en un piso de tierra, se recomienda que sea de 450 mm.

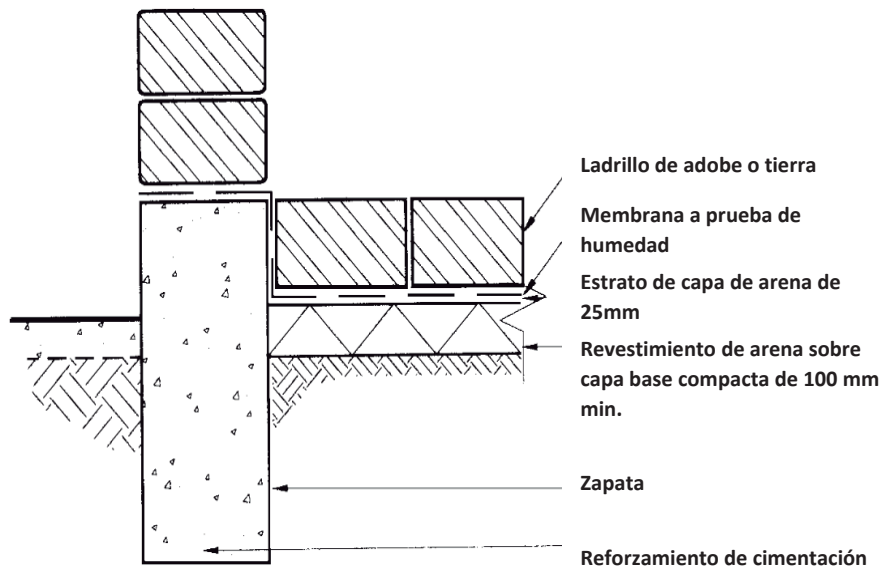


Figura M1: Piso de adobe

FUENTE: NORMA NZS 4298