

ANEXO I

PROYECTO DE ORDENANZA DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

Sobre revisión de ORDENANZA N° VIII-0552-HCD-2013

1. EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

La expresión Arquitectura y Construcción con Tierra fue definida en el año 2008 por la Red Iberoamericana PROTERRA¹ e incluye a todas las técnicas constructivas y las arquitecturas producto del empleo de suelos que junto con otros materiales –naturales e industrializados- conforman un campo definido dentro de la Arquitectura y la construcción del hábitat a escala global. Además, dicha expresión incluye aquellas construcciones que sin ser Arquitectura con espacios habitados o de uso, también están dentro del campo temático, tales como cercos, canales de riego, contenciones, corrales, hornos y todo tipo de equipamientos del sistema productivo, En este sentido, se destaca la importancia de la Arquitectura y Construcción con Tierra acorde al paradigma de sostenibilidad integral, que incluye diversos aspectos: social, ambiental, económico, político y cultural.

1.1. BENEFICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

La tierra es un material de construcción natural, es decir, un recurso natural factible de ser utilizado como insumo para la construcción. La cantidad de energía que requiere el uso de la tierra es mínima. Presenta una muy baja huella de carbón en el ciclo de vida: extracción, transporte, elaboración, aplicación, mantenimiento, reutilización y disposición final.

La higroscopicidad de la tierra permite regular la humedad del ambiente que encierra. El espesor mínimo necesario (por capacidad resistente o para relleno) reduce la transmitancia térmica. Las paredes y elementos elaborados con tierra proveen importante aislamiento sonoro. La combinación de estas cualidades reduce los requerimientos para el acondicionamiento térmico y acústico de los locales, logrando espacios confortables.

Los costos de producción y transporte resultan mucho menores que cualquiera de los materiales industrializados, tanto más cuanto que es posible utilizar en elevación el material obtenido del movimiento de suelos de la misma obra.

¹ Red Iberoamericana de Arquitectura y Construcción con Tierra (www.redproterra.org). Es un colectivo internacional de cooperación técnica y científica que promueve la investigación y desarrollo de la construcción con tierra en los sectores productivos, académicos y sociales de la región.

2. ANTECEDENTES

2.1. ANTECEDENTES NACIONALES

2.1.1. ORDENANZAS

Actualmente, más de cuarenta municipios y comunas argentinas cuentan con ordenanzas vigentes referidas a la arquitectura y construcción con tierra, autorizando su uso conforme pautas técnicas establecidas, del mismo modo que los realizados con materiales de la industria. En el Anexo 1 del presente documento, se detallan las localidades y números de ordenanza o ley.

2.1.2. ANTECEDENTES DE CONSTRUCCIONES EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Existen diversos antecedentes construidos en Argentina sobre la Arquitectura y Construcción con tierra. Desde el año 2011 se ha conformado la Red Protierra Argentina² enfocada en el desarrollo responsable de la Arquitectura y Construcción con Tierra en todas sus manifestaciones y aspectos. A continuación, se enuncian obras patrimoniales y contemporáneas, representativas de la diversidad construida en el país:

Provincia de Jujuy

- Escuela agrotécnica del Programa EMETA, Humahuaca, 1995 (obra estatal)
- Hostería Los Colorados, Purmamarca, 2001 (obra privada)
- Barrio de vivienda masiva en Sumaipacha, Quebrada de Humahuaca, 2009 (obra estatal)
- Casa del Marqués de Yavi, 1880 (conjunto patrimonial)
- Posta de Hornillos, Quebrada de Humahuaca, 1772 (obra patrimonial)
- Iglesia de Uquía, 1691, (obra patrimonial)

Provincia de Salta

- Barrio ECOSOL, vivienda social, Rosario de Lerma, 2004 (obra estatal)
- Bodega boutique, Finca El Porvenir, 1890 (obra privada)
- Cabildo de Salta, 1680/1780 (obra patrimonial)
- Casa Leguizamón, Salta, 1806 (obra patrimonial)
- Potrero de Payogasta, La Poma, prehispánico (obra patrimonial)

Provincia de Tucumán

- Centro Regional de Investigación de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATIC, 2009 (obra estatal)
- Hotel Waynaya Killi, Tafí del Valle, 2014 (obra privada)
- Casa de Tucumán, San Miguel de Tucumán, 1760/1941 (obra patrimonial)
- Casa Natal de Nicolás Avellaneda, 1830-1836 (obra patrimonial)

Provincia de La Rioja

- Escuela Primaria El Totoral, 1994 (obra estatal)
- Centro de Interpretación del sitio arqueológico Hualco, 2015 (obra estatal)
- Bodega de Aicuña, La Rioja, 2017 (obra estatal)

Provincia de Catamarca

- Hostería Pueblo del Sol, Villa de Antofagasta, 2015/2016 (obra privada)
- Escuela Secundaria N° 39, y Albergue, Villa de Antofagasta, 2012 (obra estatal)

² La Red Argentina PROTIERRA es una red nacional de integración y cooperación técnica y científica de ámbito nacional, de carácter horizontal.

- Centro de recepción e interpretación del Museo Integral de la Reserva de Biósfera, Laguna Blanca, Belén, 2004 (obra estatal-privada)
- Iglesia de San Pedro, "Ruta del Adobe", Fiambalá, 1770 (monumento histórico nacional)
- Iglesia del Señor de los Milagros, Choya, 1815 (monumento histórico provincial)
- Iglesia Nuestra Señora de Andacollo, "Ruta del Adobe", Tinogasta, primera mitad del siglo XIX (obra patrimonial)

Provincia de Mendoza

- Capilla de la Gratitude, Bodega Salentein, 2005 (obra privada)
- Complejo Tunduruqueral en Uspallata, 2016 (obra privada)
- Complejo Cuatro Elementos, Uspallata (obra privada)
- Museo de Sitio y Centro de Interpretación Casa de San Martín, Mendoza, 1814-1817 (obra patrimonial)
- Casa en Chacras de Coria, Luján de Cuyo, 1896 (obra patrimonial)

Provincia de San Juan

- Iglesia de Achango, 1787 (obra patrimonial)
- Conjunto Histórico de Molinos de Jáchal, 1775-1850 (obra patrimonial)
- Vivienda en Zonda, Sierras Azules, 2018 (obra privada)
- Vivienda en Santa Lucía, 2015 (obra privada)
- Vivienda en El Jarillal, 2014 (obra privada)

Provincia de San Luis

- Vivienda en Villa Mercedes, Merlo, 2019 (obra privada)
- Edificio de biblioteca popular Lugones, Merlo, 1840 (obra patrimonial)
- Iglesia Nuestra Señora del Rosario, Merlo (Monumento Histórico Nacional), s.XVIII
- Museo regional Lolma, Merlo, 1920

Provincia de Corrientes

- Convento Franciscano, Corrientes, 1607 (obra patrimonial)

Provincia de Entre Ríos

- Vivienda en Concordia, 2017 (obra privada)
- Vivienda en Federación, 2015 (obra privada)

Provincia de Córdoba

- Vivienda en Los Reartes, Valle de Calamuchita, 2016 (obra privada)
- Vivienda en Barrio Villa Sol, Salsipuedes, 2014 (obra privada)
- Biblioteca comunal, La Serranita 2017 (obra estatal)

Provincia de Santa Fe

- Vivienda social en El Nochero, 2010 (obra privada)
- Vivienda en San José del Rincón, 2014 (obra privada)
- Vivienda en Arroyo Leyes, 2016 (obra privada)
- Iglesia y Convento de San Francisco, Santa Fe, 1673 (obras patrimoniales)
- Casa de los Aldao, Santa Fé, 1711 (obra patrimonial)
- Parque Arqueológico Cayastá, 1949 (obra patrimonial)

Provincia de Buenos Aires

- Viviendas sociales municipales, Ayacucho, 2012 (obra estatal)
- Edificio Bachillerato Popular Cobijo Urbano, San Martín, 2011 (obra privada)
- Viviendas en Ecomuna, Mar del Plata, 2014-2020, (obras privadas)

-Fuerte de Chascomús, 1779 (obra patrimonial)

Provincia de Río Negro

-Viviendas sociales municipales, Luis Beltrán, 2010 (obra estatal)

Provincia de Neuquén

-Vivienda en Villa La Angostura, 2013 (obra privada)

Provincia de Chubut

-Viviendas rurales, Instituto Provincial de Vivienda y Urbanismo, 2008 (obras estatales)

-Módulo orgánico, El Hoyo, 2014 (obra privada)

Viviendas construidas mediante crédito ProCreAr

Entre el año 2013 y 2018, se han edificado más de 30 viviendas unifamiliares construidas con tierra, en las provincias de Santa Fe, Córdoba y Jujuy mediante créditos ProCreAr. Las mismas fueron aprobadas por las siguientes instituciones: Colegio de Arquitectos, municipio o comuna y Banco Hipotecario.

2.2.ANTECEDENTES INTERNACIONALES

2.2.1. REGLAMENTOS

Existen recomendaciones, reglamentos y normas técnicas internacionales para construir con tierra en sus diferentes sistemas constructivos.

En Anexo 2 sobre Normas Internacionales, se listan algunas de ellas.

2.2.2. ANEXO 1: ORDENANZAS QUE AUTORIZAN LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Nº	LOCALIDAD	PROVINCIA	NÚMERO Y AÑO
1	Ayacucho	Buenos Aires	Ordenanza Nº 4765/13
2	Coronel Suárez	Buenos Aires	Ordenanza Nº 5554/12
3	General Alvarado	Buenos Aires	Ordenanza Nº 223/16
4	Mar del Plata	Buenos Aires	Ordenanza Nº 22690/16
5	Marcos Paz	Buenos Aires	Ordenanza Nº 50/16
6	Olavarría	Buenos Aires	Ordenanza Nº 3753/15
7	Pergamino	Buenos Aires	Ordenanza Nº 8286/15
8	Tandil	Buenos Aires	Ordenanza Nº 16781/19 Asunto 225/2019
9	Tigre	Buenos Aires	Ordenanza Nº3345/13
10	Tornquist	Buenos Aires	Ordenanza 6590/14
11	Villarino	Buenos Aires	Ordenanza Nº 2747/14
12	El Hoyo	Chubut	Ordenanza Nº 111/13
13	Esquel	Chubut	Ordenanza Nº 111/14
14	Río Cuarto	Córdoba	Ordenanza Nº981/18
15	Salsipuedes	Córdoba	Artículo Nº 211 del Código de Edificación
16	Villa del Dique	Córdoba	Ordenanza Nº892/2018
17	La Serranita	Córdoba	Resolución Nº19/18
18	Entre Ríos	Entre Ríos	Ley provincial Nº 10.736
19	Chajarí	Entre Ríos	Ordenanza Nº 1677/16

20	Santa Rosa	La Pampa	Ordenanza N° 5320/15
21	Winifreda	La Pampa	Ordenanza N° 426/13
22	Chilecito	La Rioja	Ordenanza N° 3484/17
23	Las Heras	Mendoza	Ordenanza N° 45/16
24	Lavalle	Mendoza	Ordenanza N° 889/2014
25	Neuquén	Neuquén	Ordenanza N° 13489/16
26	Neuquén	Neuquén	Decreto N°55/18
27	Plottier	Neuquén	Ordenanza N° 4041/19
28	Rincón de los Sauces	Neuquén	Ordenanza N° 1278/11
29	San Martín de los Andes	Neuquén	Ordenanza N° 9409/12
30	Río Negro	Río Negro	Ley N° 4931/2013
31	San Carlos de Bariloche	Río Negro	Ordenanza N° 2492/13
32	Cipolletti	Río Negro	Ordenanza N° 210/13
33	El Bolsón	Río Negro	Ordenanza N° 162/10
34	Luis Beltrán	Río Negro	Ordenanza N° 24/10
35	Río Colorado	Río Negro	Ordenanza N° 1777/15
36	Cachi	Salta	Resolución N° 504/12
37	Merlo	San Luis	Ordenanza N° 0552/13
38	El Calafate	Santa Cruz	Ordenanza N° 1980/17
39	Oliveros	Santa Fe	Ordenanza N° 1082/14
40	Reconquista	Santa Fe	Ordenanza N° 73632/13
41	Bahía Blanca	Buenos Aires	Ordenanza N° 184/11

2.2.3. ANEXO 2: NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONALES

- UNE 41410:2008. España. Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.
- NTC 5324: 2004. Colombia. Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones. Especificaciones. Métodos de ensayo. Condiciones de entrega. ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2004.
- ABNT-NBR 8491:2012. Brasil. Tijolo de solo-cemento-Requisitos.
- NTE.080, 1996, 2017. Perú. Norma Técnica de edificación. Adobe.
- NCH 3332-2013. Chile. Estructuras - Intervención de construcciones patrimoniales de tierra
- RTS 91: 2014. Urbanismo y construcción en lo relativo al uso del sistema constructivo de adobe para viviendas de un nivel. Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2014). San Salvador, El Salvador.
- Programa Iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo (CYTED). 1995. Recomendaciones para la Elaboración de Normas Técnicas de Edificaciones de Adobes, Tapia y BTC. Red temática XIV. A HABITERRA. La Paz Bolivia. 1995
- AFNOR: 2001. France. Compressed earth blocks for walls and partitions: definitions. Specifications. Test methods. Delivery acceptance conditions. XP P13-901, Saint-Denis La Plaine Cedex, 2001.
- NZS 4297:1998. Engineering design of earth buildings. Wellington: Standards New Zealand, 1998.
- NZS 4298:1998. Standards New Zealand. 1998. Materials and Workmanship for Earth Buildings. Wellington: Standards New Zealand.
- NZS 4299:1998. Standards New Zealand. 1999. Earth buildings not requiring specific design. Wellington: Standards New Zealand.

- CID. New MexicoAdministrativeCode 14.7.4. 2003 New MexicoEarthenBuildingMaterialsCode. Santa Fe´, New Mexico: Construction Industries Division of theRegulation and LicensingDepartment; 2004.
- AS 4678—2002. Australian Standard. Earth-retaining structures.
- IS 13827: 2004 - Indian Standard - Improving Earthquake Resistance Of Earthen Buildings — Guidelines – Bureau of Indian Standards

2.2.4. ANEXO 3: TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN ARGENTINA.

A-Sistemas de mampostería:

- A.1- Adobe.
- A.2- Bloque de tierra comprimida (BTC).
- A.3- Tierra embolsada.

B- Sistemas monolíticos:

- B.1- Tierra apisonada en encofrado (tapia).
- B.2- Tierra amasada apilada / COB de tierra con densidad alta de fibras vegetales.
- B.3- Tierra vertida en encofrado.

C- Sistemas de entramado / técnicas mixtas:

- C.1- Estructura principal de madera o acero u hormigón armado, entramado secundario con relleno de mortero de tierra y fibras (quincha), mortero de fibras embarradas (tierra aligerada, paja prensada, otros), travesaños con fibras vegetales embarradas (chorizo, enchorizado, estanteo).
- C.2- Estructura principal de madera o acero u hormigón armado con relleno de mampostería reforzada de adobe o de bloques de tierra comprimida (BTC).

2.2.5. TÉCNICAS APROPIADAS A CADA ZONA SÍSMICA

Se ha comprobado que las técnicas de construcción con tierra tienen diferentes respuestas frente a los terremotos. Se espera que a mayor riesgo sísmico, la construcción tenga mejor respuesta estructural; esto medido fundamentalmente por la respuesta dúctil de la estructura y las partes de la construcción. Por ello se propone el uso de técnicas en la que se ha comprobado comportamiento más uniforme y más dúctil para regiones con mayor riesgo sísmico, siguiendo las prescripciones de la presente ordenanza.

Zona sísmica	0	1	2	3	4
Técnica aplicable	A1, A2, A3	A1, A2, A3	A1, A2	A1, A2	A1, A2
	B1, B2, B3	B1, B2, B3	B1, B2, B3	B1	B1
	C1, C2	C1, C2	C1, C2	C1, C2	C1, C2

--	--	--	--	--	--

3. ANEXO ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Este anexo técnico habilita los sistemas constructivos más adecuados a la zonificación sísmica II y los más utilizados dentro de la región bioclimática, en un rango especificado para una gran cantidad de aplicaciones de construcción natural.

4.1. ESTRUCTURA

Comportamiento de las construcciones con tierra frente a cargas verticales y horizontales: se considera que la tierra cumplirá la función de simple cerramiento, debiéndose asegurar una efectiva unión a la estructura portante, la cual es la responsable de resistir los distintos esfuerzos y sollicitaciones.

El relleno de tierra debe sostenerse a sí mismo, pero no realizará ningún aporte estructural a la construcción. Deberá por ello proveerse una estructura portante que resista tanto las acciones verticales como horizontales con criterios de SEGURIDAD (no fallar) y USO (sin deformaciones importantes que imposibiliten su uso o comprometan la de otros elementos vinculados a ella, como cielorrasos, pisos, aberturas, o similares)

El Sistema Estructural de las construcciones contará con las siguientes partes:

4.1.1. CIMENTACIÓN O FUNDACIÓN:

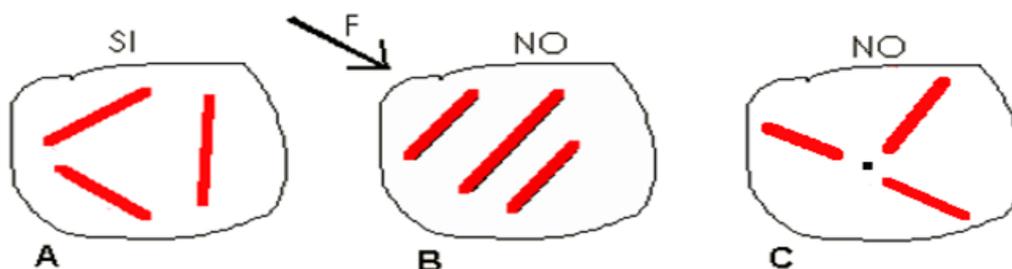
- a) la cimentación constituye el vínculo de la construcción con el terreno, y es fundamental que distribuya los esfuerzos de manera adecuada, según la resistencia del terreno donde se implantará la edificación.
- b) Se utilizará Tipología de zapata corrida, platea o base aislada, de hormigón, según cálculos y con datos de resistencia de terreno aportado por estudio de suelos o conocimiento comprobable de fundaciones en construcciones aledañas, considerando las cargas a transmitir al terreno por la estructura portante.
- c) Las construcciones con tierra en suelos granulares sueltos, suelos cohesivos blandos, arcillas expansivas o en zonas propensas a inundaciones deberán presentar un estudio técnico que los respalde indicando la fundación adecuada y resistencias a tomar en cada caso, conjuntamente con el diseño de fundación adoptada.
- d) Si la estructura portante es de madera se recomienda la vinculación con la fundación mediante sistemas de planchuelas metálicas y bulones de acero que permitan a la madera estar alejada de la cimentación, evitando los cambios de humedad que podrían afectar su durabilidad.
- e) Si la estructura portante está conformada por "estructura independiente de hormigón armado, formado por vigas y columnas que cumplan las especificaciones del Reglamento CIRSOC 201 de ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO", las armaduras de dichas columnas deberán estar correctamente ancladas en la fundación según recomendaciones de anclajes del CIRSOC 201.

4.1.2. ESTRUCTURA PORTANTE:

EDIFICACIONES ESPECIALES: se solicitará memoria de cálculo de la estructura para obras especiales tales como Edificios Públicos, obras de grandes luces, edificaciones particulares de más de un nivel.

a) La estructura portante podrá ser realizada con madera, acero u hormigón armado y deberán cumplir requerimientos de la reglamentación vigente CIRSOC³ para cada material, y las recomendaciones del IMPRES CIRSOC 103 sobre SISMORESISTENCIA y CIRSOC 102 sobre ACCIONES DE VIENTO.

b) Deberá contarse con planos resistentes verticales, por lo menos 3, que no sean todos paralelos ni concurrentes en un punto, los cuales tendrán que estar debidamente vinculados por un plano superior rígido.



c) Tipo de planos verticales que pueden ser considerados rígidos:

1. pórticos de Hormigón Armado
2. pórticos de Madera materializados con diagonales (puntales) en las esquinas que rigidizan el vínculo.
3. planos triangulados de madera o acero
4. planos con doble triangulación de madera o acero

En el caso que los pórticos y/o planos triangulados sean metálicos o de madera, deberán estar correctamente tratados para evitar su deterioro por efecto de la humedad o de la acción de insectos⁴.

4.1.3. CUBIERTA O ENTREPISO

Denominaremos así al cerramiento superior de cada nivel, si corresponde al cerramiento del último nivel será CUBIERTA y puede ser horizontal o inclinado según la materialidad que permita escurrimiento de agua de lluvia. Se llamará ENTRE PISO al plano horizontal que cierra un nivel que no sea el último.

4.1.3.1. CUBIERTA CON ESTRUCTURA DE MADERA:

se estructurará un plano resistente mediante un entramado de vigas (cabios) de madera que pueden ser de sección cuadrada o circular, cuya separación será la necesaria para evitar la excesiva flexión del cielorraso de madera entre cabio y cabio, según el relleno que se coloque sobre él. Este entramado de vigas pueden considerarse suficientemente rigidizado si se vinculan estas vigas a un plano conformado por un cielorraso de madera machihembrada o tablero fenólico, OSB o similar, en caso de no contar con este plano de rigidización deberá colocarse un sistema de arriostramiento mediante diagonales de madera sobre cubierta.

Así distinguimos:

- a) cubierta liviana o entrepiso liviano: Sobre los cabios se coloca un cielorraso de madera machihembrada, OSB o tablero fenólico de espesor mínimo 18mm, en caso de utilizar menor espesor este no podrá ser considerado plano rígido y deberá colocarse un sistema triangulado en cubierta para rigidizar este plano. Sobre el cielorraso se coloca la aislación

³ CIRSOC 201-HORMIGÓN ARMADO- CIRSOC 301-ACERO- CIRSOC 601- MADERA

⁴(Ord .757-HCD-2000, art 4.7.3.3)

térmica e hídrica (si es cubierta), acústica y el piso o material de cerramiento superior (chapa/teja).

Separación entre cabios responderá al análisis estructural considerando cargas, madera y sección a utilizar en el desarrollo del proyecto.

- b) cubierta semipesada, cubierta verde o invertida: Sobre los cabios se coloca un cielorraso de madera machihembrada, osb o tablero fenólico de espesor mínimo 18mm, en caso de utilizar menor espesor este no podrá ser considerado plano rígido y deberá colocarse un sistema triangulado en cubierta para rigidizar este plano. Sobre el cielorraso se coloca la aislación térmica e hídrica, el material de relleno y sobre él la tierra o piedras según el caso.

Separación entre cabios responderá al análisis estructural considerando cargas, madera y sección a utilizar en el desarrollo del proyecto.

4.1.4. VINCULACIÓN-ARRIOSTRAMIENTO

Todos los elementos que componen el sistema estructural y aquellos que no lo sean deben estar correctamente vinculados, de manera de constituir un sistema continuo e integrado.

- a) cubierta-planos resistentes: Los elementos que conforman los entresijos o techos (cubierta) de estas edificaciones deben estar adecuadamente fijados a los planos verticales mediante viga collar o encadenado. Resulta indispensable una vinculación adecuada entre los planos resistentes verticales y la cubierta o entresijo, la cual permite el trabajo como conjunto estructural espacial.
- b) vinculación planos verticales: Todos los planos verticales resistentes deben vincularse entre sí, mediante una viga cierre o viga collar, si la estructura es de madera o metálica será mediante la solera superior e inferior, si la estructura es de hormigón se materializa mediante viga de encadenado superior e inferior.
- c) Vinculación planos verticales no portantes- estructura portante: los planos verticales que no constituyen planos resistentes, ya sea de adobe, tapial, BTC, quincha, u otras técnicas constructivas que utilicen la tierra como insumo constructivo deben estar vinculados a la estructura portante para evitar su desplome en caso de viento o sismo.
- d) Vinculación con fundación: todos los elementos portantes, ya sean columnas de madera u hormigón armado, o metálica, o paneles portantes deberán estar correctamente vinculados a la fundación, directamente con anclajes de la armadura en las cimentaciones en el caso de hormigón armado o placas de anclaje en los elementos de madera o acero. Antes de su llenado se deberá prever el arriostre de las columnas, que podrán ser de hormigón armado, metálicas o de madera.

4.2. SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Características generales de las distintas técnicas de cerramiento con tierra. Cabe aclarar que cada vez que se hace referencia al barro, se trata de una mezcla de arcilla, arena, fibras (pasto seco, paja, viruta), agua y algún otro agregado que le confiera a la mezcla determinadas características (mayor

plasticidad, menor retracción, impermeabilidad, etc.). La mezcla tendrá distintas dosificaciones según la técnica empleada.

En una misma construcción, pueden combinarse las distintas técnicas de cerramiento, dependiendo esta, de la orientación de cada pared o del criterio utilizado por el proyectista o constructor.

4.2.1. SISTEMAS DE TÉCNICAS MIXTAS

Los sistemas de técnicas mixtas constan de una estructura principal, elementos de estructura secundarios y rellenos que completan el cerramiento y el acondicionamiento higrotérmico.

a) Estructura principal

La estructura principal, de madera, acero u hormigón armado, tendrá suficiente capacidad y rigidez para transmitir las acciones sobre la construcción hasta los cimientos y el suelo.

Las estructuras de madera se regirán por el reglamento CIRSOC 601, serán cuidadosamente detalladas para evitar contacto con la humedad ascendente del suelo o por estar embebidas con otros materiales impermeables. Además se protegerán para controlar el daño debido a insectos y agentes xilófagos.

Las estructuras de acero se regirán por el conjunto de reglamentos CIRSOC 300, tendrán protección contra la corrosión en todas las secciones expuestas o no.

Recomendaciones - La estructura principal puede ejecutarse con materiales que son hoy de uso habitual. Las construcciones de madera son susceptibles a la humedad y, sobre todo, al cambio en las condiciones higrométricas. En cuanto sea posible, pies derechos, pilares y columnas deben elevarse y ubicarse en zócalos o pedestales que los separen del suelo. En caso de empotrarse en cimentaciones de hormigón (impermeables) se sugiere ejecutar detalles para permitir el escurrimiento del agua evitando la estanqueidad. Las estructuras de acero se corroen con herrumbre, los puntos más delicados son los que quedarán cubiertos por el relleno y los revestimientos, por lo que se hace necesario advertir sobre la protección.

b) Estructura secundaria

Son todos los elementos que, sin transmitir las acciones al suelo, requieren ser colocados para mantener en posición y forma los rellenos, revestimientos y otros elementos de la construcción. Se utilizarán entramados de materiales y conexiones capaces de soportar el peso y empuje del relleno, y las acciones locales normales al plano del muro.

c) Rellenos

Los rellenos conforman el cuerpo final de las paredes, se pueden materializar en forma húmeda (tierra, fibra y agua, morteros aislantes) o seca (fibra comprimida, fardo inerte, productos aislantes).

4.2.2. SISTEMAS DE MAMPUESTOS

a) Mampostería de Adobe

Las construcciones proyectadas, ejecutadas o intervenidas de adobe se regirán por las prescripciones de la NE.080 y por este Anexo Técnico.

Tabla Límites geométricos de muros. (PROY. ORD. ARQ. Y CONSTR. TIERRA - PROTIERRA 2021 -Doc. en discusión pública)

Zona sísmica	Esbeltez $\lambda v = h/e$	Relación de aspecto $\lambda h = L / e$	Reforzamiento	Espesor mínimo (m)	Altura máxima (m)
2	≤ 8	≤ 12	Encadenado fundación, entrepiso y techo Refuerzo horizontal y vertical en toda la pared y en encuentros de muros y contrafuertes	0,30	2,40

b) Mampostería de BTC

No se admiten paredes de mampostería de bloques conectados sin mortero en las juntas.

Las construcciones proyectadas, ejecutadas o intervenidas de BTC se regirán por los Reglamentos CIRSOC 501, CIRSOC 501-E e INPRES-CIRSOC 103 Parte III en tanto cumplan esas prescripciones.

Las construcciones proyectadas, ejecutadas o intervenidas de BTC, que no cumplen los Reglamentos CIRSOC 501, CIRSOC 501-E e INPRES-CIRSOC 103 Parte III se regirán por este Anexo Técnico.

4.2.3. SISTEMAS MONOLÍTICOS

Las construcciones proyectadas, ejecutadas o intervenidas de tapial y suelo amasado apilado se regirán por las prescripciones de la NE.080 y por este Anexo Técnico.

Adicionalmente, en zonas sísmicas 2, 3 y 4, los encuentros de muros de los sistemas monolíticos serán continuos. Un único encofrado para encuentros en "cruz" (+), en "te" (T) o en "ele" (L), que se extiende por lo menos dos veces el espesor de las paredes concurrentes, medido desde el paramento inmediato.

Recomendaciones - Se prescribe la continuidad en los encuentros de muros para minimizar la posibilidad de desmembramiento entre ellos. Al conformar el encuentro se tendrá en cuenta la necesidad de solapar las sucesivas hiladas con que avanza la obra.

4. RECOMENDACIONES DE DISEÑO

Las protecciones para construcciones en tierra, presentan cierta analogía con las de construcción industrial, a saber: capa aisladora para evitar ascenso de humedad por capilaridad, revoques grueso y fino, terminación de pintura, drenajes de cubiertas y veredín perimetral. Los muros de tierra son particularmente susceptibles a la humedad, ya sea por humedad ascendente, ingreso de agua desde la parte superior, lluvia, salpicaduras de agua o humedad generada internamente en un edificio. Deberán preverse desde la etapa de proyecto las protecciones necesarias por diseño, en cuanto a la morfología y técnica de la arquitectura. Se debe tener cuidado con todos los detalles de la intemperie, incluidos los

tapajuntas y la protección del alero de las paredes. Cualquier revestimiento o acabado de superficie aplicado deberá permitir que la pared "respire" para evitar que la humedad quede atrapada dentro de una pared de tierra. "Respirar" en este contexto significa permitir la difusión de aire y vapor de agua. El deterioro de las paredes de tierra depende de la severidad de la lluvia impulsada por el viento, de la orientación de la pared, la altura y el ancho de los aleros, de la resistencia a la intemperie del material de la pared, de los revestimientos y del acabado de la superficie y de la estabilidad del material, ya sea natural o logrado mediante la adición de estabilizadores.

5.1. SOBRECIMIENTOS

Sobrecimientos que eviten el contacto del muro de tierra con el terreno natural. A tal fin, por sobre el sistema de cimientos empleado, se ejecutará el sobrecimiento a todo muro a ejecutar en tierra, sea cual fuere el sistema constructivo elegido para los cerramientos verticales externos e internos. El sobrecimiento tendrá una altura no menor a 40 cm desde el nivel de piso terminado del veredín perimetral exterior. Podrá ejecutarse en mampostería cocida, bloque cementicio o pirca de piedra, en todo caso llevando a cabo el correcto cajón hidrófugo por sobre el nivel de piso interior.

5.2. REVOQUES

Los muros de tierra requieren de revoques, que además de brindarles una terminación adecuada, los protegen evitando la erosión producida por la lluvia y la acción de los insectos, permitiendo a su vez que la pared colabore con el balance de humedad de los ambientes. Los revoques de tierra se realizan en varias capas, garantizando el puente de adherencia entre la primera capa y el muro de tierra y entre las demás capas entre sí.

Los revoques exteriores expuestos a las inclemencias del tiempo, deberán ser más elásticos que la superficie donde se aplican para poder resistir las influencias hídricas y térmicas sin que aparezcan fisuras. Además, es recomendable que estén protegidos con pinturas hidrófugas naturales (ver 6.3 PINTURAS)

Cuando sea necesario proteger el muro con revoques cementicios en las zonas húmedas como baños y cocinas, es importante no impermeabilizar la cara opuesta del mismo, para permitir que conserve su capacidad higroscópica.

Los materiales más utilizados para conformar la mezcla de tierra estabilizada para revoques son: tierra de diferente composición granulométrica (arena, limo y arcilla), cal, cemento, polvo de ladrillo, o yeso, cada uno en su dosificación particular. Para dar cuerpo y resistencia a la tracción en las capas de revoques grueso y semi fino, se aconseja adicionar fibras vegetales de gramíneas secas (evitando la alfalfa), virutas de madera, guano de caballo, fibras de cortadera o pasto coirón. Para las capas más finas de revoques puede mejorarse la mezcla con emulsionantes a base de agua de penca, aceite de lino, harina, leche en polvo, huevo, cola de carpintería, entre otros.

5.3. PINTURAS

Las pinturas, terminan de consolidar la superficie del muro de tierra, evitando el desprendimiento de polvo, y en el exterior optimizan su protección frente a la acción del viento y la lluvia. Para ello es necesario utilizar pinturas naturales al agua o a la cal que colaboren a repeler la absorción directa del agua en el caso de lluvias, sin impedir la capacidad de regular la humedad de los ambientes por difusión del vapor. Los materiales más usados para elaborar pinturas naturales con estas características son: polvo de arcilla, cal, agua, caseína, yeso, suero, leche en polvo, agua de penca, aceites naturales, savia vegetal, huevos, bórax, silicatos, resinas acrílicas, etc.

Es recomendable renovar y mantener las pinturas en las superficies expuestas a las inclemencias del tiempo, pues la lluvia, el viento y las radiaciones UV, la erosionan continuamente. No se podrán cubrir los muros con papeles sintéticos o plásticos.

5.4. REVESTIMIENTOS

Es el conjunto de materiales que recubren los muros revocados y eventualmente la estructura maestra con fines de protección o decorativos. Se emplea frecuentemente en los muros de las zonas más húmedas de las construcciones, como son los baños y cocinas o lavaderos. Ningún muro de tierra podrá estar revestido en ambas caras en toda su superficie. A los efectos de adherencia de revestimientos sobre muro de tierra, deberán ejecutarse las capas necesarias de transición adecuadas entre materiales naturales e industriales.

5.5. ALEROS

Se recomienda que como mínimo sean de 80 cm para brindar mayor protección al muro. En los aleros de hasta 100 cm que cumplan la función de proteger paramentos verticales de tierra, sea cual fuere la técnica constructiva, no computará como superficie semicubierta.

5.6. VEREDAS PERIMETRALES

Se recomienda que como mínimo sean de 100 cm de ancho, ejecutadas con carpeta hidrófuga y con la inclinación suficiente de drenaje hacia el exterior, para brindar mayor protección al muro.

5.7. DRENAJES

Sistemas de drenaje adecuados según el diseño y tipología constructiva de la cubierta. Se evitará embutir drenajes pluviales en muros ejecutados en tierra, sea cual fuere la técnica constructiva. Se recomienda que los drenajes sean de fácil acceso para su eventual inspección y limpieza.

5.8. INSTALACIONES

Las instalaciones eléctricas, cloacales, pluviales, de agua y gas deberán estar de acuerdo a las normas y recomendaciones municipales, provinciales y nacionales vigentes.

En caso de necesitar embutir algún sector de la cañería, su espesor no deberá superar 1/5 del espesor del muro. En todos los casos, se recomienda que los recorridos de las cañerías embutidas en los muros sean en sentido vertical.

En relación a las instalaciones cloacales, una alternativa altamente recomendada para zonas donde se dispone de suficiente suelo permeable, es la separación de aguas grises (aguas provenientes de lavatorios, duchas y piletas de cocina) y aguas negras (aguas servidas del inodoro), y el tratamiento diferenciado de las mismas. Las aguas grises se dirigen a una zanja depuradora que retiene las partículas de grasa, jabón y demás elementos mediante la incorporación de camas de piedra y vegetales especiales. Las aguas negras, en cambio se conducen hacia un biodigestor/cámara séptica que por decantación separa los componentes líquidos de los sólidos, descompone la materia orgánica y prevé un rebalse hacia la zanja depuradora de los componentes líquidos. Este sistema evita la liberación de aguas contaminantes hacia las napas, y evita la saturación de los dispositivos de almacenamiento. El biofiltro o fitofiltro también es una opción viable para el tratamiento de las aguas grises, que una vez depuradas se acopian y sirven para riego.

5. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Además de la documentación técnica requerida (Ord.757-HCD-2000, art 1.1.2.5) se exigirán detalles constructivos:

- a. de protección contra la humedad ASCENDENTE
- b. de vinculación de elementos de tierra con elementos de otros materiales
- c. de elementos de arriostre y anclaje en estructuras de madera, acero u hormigón.

6. DEFINICIONES

Para efectos de la aplicación de la presente Norma se tiene en cuenta las definiciones siguientes:

Aditivos naturales. Materiales naturales como fibras vegetales y arena gruesa, que controlan las fisuras que se producen durante el secado.

Aditivos artificiales. Materiales artificiales, orgánicos o inorgánicos, que se agregan a la tierra para mejorar características de resistencia o durabilidad.

Adobe (componente básico). Mampuesto de tierra, secado al aire, con suficiente resistencia y durabilidad para la construcción.

Adobe (Técnica). Técnica de construcción con tierra que utiliza albañilería de adobes secos asentados con mortero de barro u otros materiales.

Altura libre de muro. Distancia vertical exclusiva entre elementos de arriostre horizontales.

Arcilla. Único material activo e indispensable del suelo. En contacto con el agua permite su amasado, se comporta plásticamente y puede cohesionar el resto de partículas inertes del suelo formando el barro, que al secarse adquiere una resistencia seca que lo convierte en material constructivo. Tiene partículas menores a dos micras (0.002 mm).

Arena fina. Es un componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendido entre 0.08 mm y 0.50 mm como el limo puede contribuir a lograr una mayor compacidad del suelo, en ciertas circunstancias.

Arena gruesa. Es un componente inerte, estable en contacto con el agua, sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca comprendidas entre 0.6 mm y 4.75 mm y/o las mallas N°30 y N° 4 ASTM, que conforman la estructura granular resistente del barro en su proceso de secado. La adición de arena gruesa a suelos arcillosos, disminuye el número y espesor de las fisuras creadas en el proceso de secado, lo que significa un aumento de la resistencia del barro seco según se ha comprobado en el laboratorio.

Arriostre. Componente que impide significativamente el libre desplazamiento del borde de muro, considerándose un apoyo. El arriostre puede ser vertical (muro transversal o contrafuerte) u horizontal.

Bloque de tierra comprimida (BTC). Mampuesto de tierra, macizo, con huecos o machihombres; con o sin aditivos estabilizantes, fabricados en prensa mecánica o manual.

Bloques de tierra aligerada (BTA). Mampuesto de tierra, macizo o hueco, de baja densidad compuesto por suelo arcillo-arenoso, agregado de fibras y agua. Su fabricación se realiza por vertido de la mezcla en moldes.

Colapso. Derrumbe de muros o techos. Puede ser un derrumbe parcial o total.

Compatible. Los materiales y elementos de la construcción, realizados con otros materiales, que presentan rigidez y resistencia del mismo orden que los componentes del material tierra.

Contrafuerte. Es un arriostre vertical construido con este único fin, preferentemente del mismo material que el muro que arriostra o de materiales y elementos compatibles.

Densidad de muros. Cociente entre la suma de áreas transversales de los muros paralelos a cada eje principal de la planta de la construcción y el área total techada.

Dormido. Tiempo de espera de dos o más días, de la tierra ya zarandeada (cernida o tamizada para eliminar piedras y terrones) y humedecida, con o sin fibra, para activar la hidratación de la mayor cantidad de partículas de arcilla, antes de ser moldeada en adobes, usada en morteros o en tierra amasada apilada.

Edificación de Tierra Reforzada. Edificación compuesta de los siguientes componentes estructurales: cimentación (cimiento y sobrecimiento), muros, entresijos y techos, arriostres (verticales y horizontales), refuerzos y conexiones. Cada uno de los componentes debe diseñarse cumpliendo lo desarrollado en la presente Norma, para evitar el colapso parcial o total de sus muros y techos, logrando el objetivo fundamental de conceder seguridad de vida a los ocupantes. Estas edificaciones pueden ser de adobe reforzado o tapial reforzado.

Encadenado horizontal. Componente estructural de uso obligatorio, que generalmente conecta todos los muros al mismo nivel y los entresijos o la cubierta, usualmente materializados con madera u hormigón armado.

EnchORIZADO. Técnica mixta de construcción con tierra, compuesta por una estructura principal de cañas, madera o acero y travesaños con rellenos compuestos por fibras vegetales largas embebidas en mortero de tierra.

Erosión. Los procesos físicos y químicos por los cuales el material de construcción de la tierra se desgasta. Incluye los procesos de desgaste natural, y mecánico.

Esbeltez. Relación entre las dimensiones del muro y su máximo espesor. Hay dos tipos de esbeltez de muros: i) La esbeltez vertical (λ_v), que es la relación entre la altura libre del muro y su máximo espesor, y ii) La esbeltez horizontal (λ_h), que es la relación entre el largo efectivo del muro y su espesor.

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

Fisura o grieta estructural. Rajadura que se presenta en los muros de tierra producidas por cargas mayores a las que puede resistir el material, por gravedad, terremotos, accidentes u otros. Atraviesan los muros de lado a lado y pueden ser de espesores variables o invisibles al ojo humano. Grieta: Abertura mayor a un milímetro. Fisura: Abertura igual o menor de un milímetro.

Grava. Es un componente inerte, estable en contacto con el agua, sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca comprendidas entre 4,75 mm y 13 mm y/o las mallas N°4 y 1/2" ASTM, que conforman la estructura granular, en construcciones monolíticas de tapial, suelo vertido o tierra apilada amasada.

Junta fría. En la construcción de tapial, tierra amasada apilada y tierra vertida, es la unión que ocurre cuando la construcción se ha interrumpido lo suficiente como para que se produzca algún grado de secado o curado antes de colocar la siguiente porción de material fresco.

Junta de control. Una junta necesaria para permitir que un muro de tierra se expanda y se contraiga o se mueva.

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

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

Mazo o pisón. Dispositivo o herramienta de madera, metal u otro material, utilizado en la técnica del tapial para compactar la tierra húmeda colocada entre los tableros (moldes o encofrados). Puede haber varios tipos de mazos: para los bordes, para el centro y para la superficie final de las capas. Su peso es de alrededor de 10 kg.

Mortero. Material de unión de una mampostería, normalmente barro con fibras o morteros de arena y aglomerantes artificiales.

Muro. Es una pared cuya estabilidad lateral está confiada a elementos de arriostre horizontales y/o verticales y que incluye refuerzos.

Prueba de campo. Ensayo realizado con o sin herramientas a pie de obra o en laboratorio, basados en conocimientos empíricos, que permite tomar decisiones de selección de materiales y dosificaciones.

Prueba de laboratorio. Ensayo de laboratorio basado en protocolos normalizados que permite conocer las características físicas, químicas y/o mecánicas de la tierra. Se utiliza para diseñar y tomar decisiones de ingeniería y verificar el cumplimiento de especificaciones técnicas.

Quincha. Técnica mixta de construcción con tierra, compuesta por una estructura principal de madera o acero y un entramado secundario relleno de masa de tierra y fibras.

Refuerzos. Cualquier forma de varilla o de malla que, actuando simultáneamente con la tierra, sea capaz de proveer resistencia a tracción a la construcción con tierra. Deben ser compatibles con el material tierra, es decir, flexibles y de baja dureza para no dañarlo, incluso durante las aceleraciones que producen los sismos.

Secado. Proceso de evaporación del agua que existe en la tierra, los morteros y los elementos húmedos. El proceso debe controlarse para producir una evaporación muy lenta del agua, mientras la tierra se contrae y adquiere resistencia. Si la contracción es muy rápida, se producen fisuras.

Tableros o encofrados para tapial. Moldes suficientemente rígidos y arriostrados, que se colocan paralelos y sujetos entre sí para moldear la pared y resistir las fuerzas laterales propias de la compactación de la tierra.

Tierra apisonada en encofrado (técnica de tapial). Técnica monolítica de construcción con tierra que utiliza suelo arcillo-arenoso húmedo vertido en encofrados, por capas y compactado manual o mecánicamente utilizando mazos o pisones.

Técnica mixta. Utiliza uno o más materiales y técnicas constructivas, además de la tierra.

Tierra. Material de construcción obtenido del suelo natural, compuesto de cantidades variables de arcilla, limo, arena fina y arena gruesa, que se utiliza cruda, es decir, sin ser sometida a procesos de cocción.

Tierra aligerada o fibra prensada. Técnica mixta de construcción con tierra, compuesta por una estructura principal de madera o acero con relleno de mortero de fibras embebidas en mortero de tierra y apisonadas.

Tierra embolsada. Técnica de construcción con tierra, popularmente conocido en Argentina como superadobe.

Tierra amasada apilada. Técnica monolítica de construcción con tierra, popularmente conocido como COB, permite que el conjunto se construya apilando la mezcla de tierra, conformando un muro de un sólo bloque.

Tierra reforzada. Material compuesto de suelos naturales y refuerzos que le otorgan cualidades de resistencia, rigidez y plasticidad requeridas para conseguir construcciones seguras, permanentes y confortables.

Tierra vertida en encofrado. Técnica monolítica de construcción con tierra que utiliza suelo arcillo-arenoso con agregado de fibras y a veces áridos gruesos y aglomerantes industriales, vertida en moldes (encofrados) firmes.

7. REFERENCIAS

- Cid, J., Mazarrón, F. R., Cañas, I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. Revista Informes de la Construcción. Disponible en: [http://oa.upm.es/10611/2/INVE MEM 2011 95320.pdf](http://oa.upm.es/10611/2/INVE_MEM_2011_95320.pdf)
- CYTED, 1995. Recomendaciones para Adobe, Tapia y BTC, Programa CYTED (Ciencia y Técnica para el Desarrollo en Iberoamérica).
<https://redproterra.org/wp-content/uploads/2020/06/2-PH-Catalogo-Exposici%C3%B3n-Habiterr-1995.pdf>
- CYTED-HABITERRA-PROTERRA, 2003. Proyecto XVI.6. Técnicas mixtas de construcción con tierra.
- HABITERRA, 1994. Arquitecturas de tierra en Iberoamérica. Graciela María Viñuales (comp.). Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED.
<http://www.caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Arquitectura%20de%20Tierra%20en%20Iberoamerica.pdf>
- MANUAL DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN ADOBE Y TAPIA PISADA - Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Adobe_sistema_constructivo.pdf

- MINKE, G., 2008. Manual de construcción en tierra. La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual (Tercera edición en castellano). Uruguay: Editorial Fin de Siglo.
- NEVES, C. y BORGES FARIAS, O., 2011. Técnicas de construcción con tierra. RED IBEROAMERICANA PROTERRA.
- Normas y Reglamentos INPRES CIRSOC.

<https://www.inti.gob.ar/areas/servicios-industriales/construcciones-e-infraestructura/cirsoc/reglamentos>

- RED IBEROAMERICANA PROTERRA, 2009. "Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra". Prácticas de campo.

https://www.academia.edu/35702152/Selecci%C3%B3n_de_suelos_y_m%C3%A9todos_de_control_en_la_construcci%C3%B3n_con_tierra_Pr%C3%A1cticas_de_campo

- RED ARGENTINA PROTIERRA
<http://redprotierra.com.ar/>

- Canavesi, Luis Eduardo – Comisión Ensayos y Materiales Red Argentina Protierra -2020 "Protocolo de ensayos para materiales de construcción con tierra: adobe, BTC, tapial y mortero"
<https://drive.google.com/file/d/18Rh5gyrCdw3il22EGoka5aiv7HQ1UquV/view>
<https://drive.google.com/file/d/1FCz5kUp-eURkKIcuCjnifjhVyIRtRnrO/view>

- Resolución 3-E/2018 Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda
<https://www.cpicd1.org.ar/wp-content/uploads/Resoluci%C3%B3n-3-E-2018.pdf>

- CRIATIC Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda, FAU UNT. Tucumán, Argentina
<https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/construccioncontierra/article/view/949>

- INTI publicaciones sobre Tecnologías Sustentables / caso INTI SUME CÓRDOBA
<https://www.inti.gob.ar/areas/desarrollo-tecnologico-e-innovacion/transferencia/tecnologias-sustentables/publicaciones#>

- revista CAPC Bioarquitectura
<https://www.inti.gob.ar/areas/desarrollo-tecnologico-e-innovacion/transferencia/tecnologias-sustentables/publicaciones>

- Cuitiño Rosales, M. G., Esteves Miramont, A., Maldonado, G. y Rotondaro, R. (2015). Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Informes de la Construcción, 67(537), 1-11.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/40289>

- INPRES. Disposición N° 2 de 2019 de Sistema de construcción de entramado de madera.
<https://www.inti.gob.ar/areas/serviciosindustriales/servicios-sectoriales/madera-y-muebles/cem#>

- INTI. (2017). Guía didáctica ilustrada. Clasificación visual de la madera aserrada estructural.
<https://www.inti.gob.ar/areas/servicios-industriales/servicios-sectoriales/madera-y-muebles/cem>

- Resolución 3-E de 2018 [Secretaría de Vivienda y Hábitat, Argentina]. Entramado de madera para uso de estructuras portantes de edificios, como sistema constructivo "tradicional".
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-3-2018-305849/actualizacion>