

ENSAYOS PARA CONSTRUCCIONES CON TIERRA

ALBRECHT, Jesica ⁽¹⁾; **ANGEL CORTEZ, Walter** ⁽²⁾;
BONARI, Facundo ⁽³⁾; **CHIARIOTTI, Alejandra** ⁽⁴⁾

Facultad Regional Santa Fe – Universidad Tecnológica Nacional

Lavaise 610, Santa Fe, Santa Fe, Argentina

jesicaalbrecht@gmail.com

Palabras claves: tierra, normativa, ensayos

RESUMEN

Actualmente la construcción con tierra está siendo adoptada por distintos sectores de la sociedad por motivos ambientales, energéticos, culturales, económicos y muchos otros; lo que genera necesidades de adecuación a la nueva realidad a todos los actores intervinientes en el proceso, especialmente los encargados de normar tanto técnica como jurídicamente las edificaciones.

En el último decenio, la UTN Santa Fe, ha trabajado intensamente en actividades de investigación, extensión y docencia relacionadas con la temática; esto ha permitido que desde el laboratorio de Geotecnia perteneciente al Departamento de Ingeniería Civil se haya podido adecuar y completar equipamiento para realizar ensayos normalizados a construcciones y elementos construidos con tierra.

Esto permite brindar un servicio a la comunidad que hoy es una demanda tanto de parte de profesionales como de los organismos técnicos de municipios y comunas que ahora cuentan con la posibilidad de verificar las características y calidades de estos materiales.

INTRODUCCIÓN

El uso de la tierra como material de construcción es milenario y siempre se entendió como la mas tradicional de las formas de edificar, con lo cual no se requirió la verificación de sus aptitudes ya que tanto el material como las técnicas eran por todos conocidas. En los últimos 100 años se dejó de utilizar y fue reemplazado por otros más modernos y a los que se les requirió una serie de ensayos y normativas para verificar su aptitud para convertirse en cobijo adecuado para los seres humanos. Hoy que se está revirtiendo parcialmente la tendencia, nos encontramos con la demanda de realizar ensayos a los materiales térreos con motivo de su uso cada vez mas intensivo. Muchos países latinoamericanos (México; Brasil; Perú; Colombia) Europeos (Alemania; Francia; España) y de otras partes del mundo (Nueva Zelanda; Corea) cuentan con normas técnicas y jurídicas que avalan el uso de la tierra. En nuestro país si bien hay una fuerte tendencia por parte de municipios y comunas a permitir y fomentar su uso; no contamos con legislaciones nacionales y/o provinciales que enmarquen tanto jurídica como técnicamente estas tecnologías.

Desde la Universidad no solo se han desarrollado y adecuado formas constructivas apropiadas a nuestro entorno; sino que se avanzó en el diálogo con países de Iberoamérica a través de la pertenencia a la Red Proterra resultando dentro de las acciones llevadas adelante en conjunto con otros miembros la realización de interlaboratoriales para verificar la posibilidad de efectuar ensayos con procedimientos y resultados comparables; así se realizaron ensayos simultaneo con varios laboratorios Argentinos; de Brasil; de México; de Italia y de Uruguay. Esto nos permitió afianzar a laboratorios y a sus laboratoristas en el perfeccionamiento y desarrollo de métodos de ensayos sencillos y aplicables.

La manera de relacionarnos, en primera instancia, con Productores de elementos constructivos; constructores especializados; profesionales expertos; organismos

gubernamentales encargados de fiscalización; Ongs y otras instituciones interesadas en el tema; es a través de convenios marcos y posteriores convenios específicos que enmarcan la relación. Tal enmarcación puede darse por el uso del servicio de laboratorios para verificar aptitudes técnicas, el desarrollo de actividades de difusión y capacitación en conjunto y/o la realización de investigaciones y desarrollos de acuerdo a necesidades específicas.

Toda esta actividad está generando masa crítica para que se cristalice la redacción de normas técnicas consensuadas por instituciones dedicadas a la problemática y la redacción de legislaciones y normas jurídicas por parte del Estado que tomando las herramientas técnicas, promuevan y autoricen el uso de tierra como material de construcción apropiado y saludable.

Cabe destacar que actualmente las actividades desarrolladas se dan en el marco del proyecto PID IFN 1560 "Desarrollo de materiales compuestos en base a tierra cruda, empleando técnicas similares a las del hormigón" que se desarrolla en conjunto con las Regionales Venado Tuerto y Rafaela; realizándose capacitaciones e intercambios entre alumnos, becarios y laboratoristas con el fin de difundir y expandir los conocimientos generados.

A continuación se describen algunos de los procedimientos que se adoptan de acuerdo a lo estipulado en convenios específicos ya firmados y en vigencia.

OBJETIVOS

Objetivo principal: Producir antecedentes que sirvan para la redacción de normativa técnica específica para la construcción con tierra cruda.

Objetivos secundarios:

- Armar una carpeta técnica con las posibilidades de asesoramiento y servicio de ensayo que el laboratorio de la UTN Santa Fe puede prestar a las demandas en construcción con tierra cruda.
- Desarrollar un protocolo de asesoramiento y servicio de ensayo que sirva para la capacitación de personal de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los elementos a ensayar son suministrados por los comitentes.

Algunos de los ensayos que brindan los laboratorios de la UTN FRSF para evaluar elementos y sistemas constructivos son los siguientes:

- Ensayo de Resistencia a compresión por prensa hidráulica, siguiendo la normativa existente con respecto a hormigones (IRAM 1546) y mampuestos (IRAM 12586 y 12737) y mediante pórtico de carga para paneles (IRAM 11585).

- Ensayo de Resistencia a erosión por chorro de agua. El equipo es de diseño propio y se sustenta de las normativas de ensayo New Zeland y Craterre (Centro Internacional de la Construcción con Tierra).

• *Procedimiento basado en Norma Craterre:* Se coloca la cara de la probeta a ensayar a 20cm del aspersor y sobre ésta una máscara con una abertura de 8x4cm para evidenciar el daño. Se acciona el dispositivo, garantizando que la presión del agua que sale del rociador sea de 1,4bar.

El procedimiento tiene una duración de dos horas con intervalos de treinta minutos, en los cuales se realiza una inspección visual de la superficie ensayada, relevándose fotográficamente lo observado.

• *Procedimiento basado en Norma New Zeland:* En este caso la cara de la probeta a ensayar se coloca a 47cm del aspersor y se debe garantizar que la presión del agua que sale del rociador sea de 0,5bar.

El procedimiento tiene una duración de una hora con intervalos de quince minutos, en los cuales se realiza la inspección visual antes mencionada.

- Ensayo de Resistencia a flexión. El equipamiento consta de dos apoyos fijos para la ubicación del elemento y un brazo de palanca materializado por una barra de hierro que al ser cargada en su extremo libre genera un momento flector sobre el bloque igual a dicha carga multiplicada por la longitud de la barra.
- Otros ensayos sobre paneles: Ensayo de choque blando (IRAM 11585-11596), Ensayo de choque duro (IRAM 115985-11595), Ensayo de Flexión (IRAM 11598), Ensayo de cargas verticales excéntricas (IRAM 11585).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El procedimiento establecido para el tratamiento de los elementos recibidos en el laboratorio consiste en el registro de los elementos a ensayar, la realización de ensayos y la emisión de un informe con los resultados obtenidos.

Para el registro de los elementos resulta apropiado asignar una identificación y tomar nota de los datos que puedan resultar importantes a la hora de encontrar respuestas ha determinado comportamiento de los elementos ensayados. Estos datos son:

- | | |
|--|-----------------------------|
| - Fecha de ingreso al laboratorio | - Comitente |
| - Fecha de elaboración | - Procedencia |
| - Dosificación | - Muestreo realizado por... |
| - Características de la muestra/elemento | - Observaciones |

La identificación de los elementos se combino en una numeración corrida seguida de una barra y los últimos dos dígitos del año en curso.

En cuanto a los ensayos a realizar sobre cada uno de los elementos recibidos, se definen de acuerdo a la necesidad de respuesta del comitente. Es decir, si su consulta está relacionada con la respuesta a condiciones de carga en servicio el ensayo pertinente podría ser el de resistencia a compresión.

Con respecto a los elementos de ensayo, a la fecha, se han realizado ensayos sobre BTC (Bloques de Tierra Comprimida). Otros elementos como ser: paneles en fajina, muros de tapia y tierra vertida solo fueron ensayados como objeto de investigaciones internas del grupo de estudio.

En este aspecto se ha avanzado bastante sobre el paso a paso del tratamiento a dar a los BTC desde su entrada al laboratorio hasta la entrega del informe al comitente. En un comienzo se trabajó mediante prueba y error para identificar los puntos críticos a tener en cuenta a la hora de los ensayos y hacer más fácil la redacción de un protocolo. A continuación se muestra un listado resumido:

1- Registro de entrada de bloques al laboratorio en planilla "ingreso de muestras", identificación de bloques con número correspondiente y toma de datos disponibles.

2- Definición de ensayos a practicar en cada uno de los bloques con responsable a cargo.

3- Para ensayo a compresión:

3.1- Cortar los bloques en mitades, con amoladora, uso de barbijo y fuera del laboratorio.

3.2- Identificar cada una de las mitades cortadas.

3.3- Dejar las caras de ensayo lo más planas posibles, quitando cualquier saliente.

3.4- Preparar una mezcla fluida (consistencia cremosa) con la dosificación: 8 tierra, 2 arena, 2 cemento, utilizando suelo de características conocidas.

3.5- Pegar los bloques con la mezcla fluida, previo humedecer y rayar las superficies de contacto, tratando de mantener la perpendicularidad entre las caras de ensayo y la altura de la probeta.

.6- Dejar secar 1 a 2 días dependiendo del desempeño.

3.7- Ensayar a compresión.

3.8- Volcar los datos obtenidos al modelo de informe para resistencia a la compresión.

4- Para ensayo a chorro de agua:

4.1- Cortar los bloques en mitades

4.2- Determinar a que tipo de ensayo (Norma New Zeland – Craterre) se someterá la probeta.

4.3- Tomar fotografías en los intervalos de ensayo y anotar todo lo que resulte relevante para un posterior análisis.

4.4- Volcar los datos obtenidos al modelo de informe para resistencia a la erosión.

5- Para ensayo a flexión:

5.1- Identificar la posición de ensayo más desfavorable para el bloque (para bloque canaleta alas hacia arriba)

5.2- Tomar nota de los pesos de las cargas que va tomando el bloque.

5.3- Consignar los datos en las planillas preparadas a tal fin y volcar los datos al modelo de informe para resistencia a flexión.

También se hizo necesario determinar el tiempo que lleva cada uno de estos ensayos para poder precisar una fecha de entrega del informe al comitente.

En la tabla siguiente se muestran los tiempos computados para cada ensayo:

Ensayo	Día 1	Día 2	Día 3
Compresión	Armado de probetas		Ensayo de probetas
Erosión	2 ensayos bajo norma New Zeland ó 1 bajo norma Craterre por día		
Flexión	El ensayo es directo no necesita preparación de las muestras		

CONCLUSIONES

Todas las experiencias realizadas y los conocimientos adquiridos de diversas fuentes resultan de vital importancia para la redacción de normativas técnicas específicas de cada técnica constructiva.

En el caso del BTC se pudo lograr un mayor avance sobre los procedimientos y posibles recomendaciones a volcar en la redacción de normas.

La herramienta metodológica de prueba y error resultó muy conveniente para identificar los puntos críticos de cada ensayo y posibilitar la redacción de un protocolo de ensayos.

REFERENCIAS

[1] (IRAM 1546)

[2] (IRAM 12586 y 12737)

[3] (IRAM 11585).

[4] AENOR: *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.* UNE 41410, Madrid, 2008

[5] SNZ: *Materials and workmanship for earth buildings.* NZS 4298:1998. Wellington: Standards New Zealand, 1998.

[6] Marin, Toni. (2009). Norma UNE de bloque de tierra comprimida. *Revista Ecohabitar n° 22*, 22-24.

[7] J. Cid, F. R. Mazarron, I. Canas. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. *Revista Informes de la Construcción*, Vol. 63, 523, 159-169, julio-septiembre 2011. ISSN: 0020-0883. ISSN: 1988-3234. doi: 10.3989/ic.10.011. 150-169

[8] Martins Neves, C.; Villaca Coelho, A.C.: “Un paseo por las normas de construcción con tierra en los países iberoamericanos “. *VIIIº Seminario Iberoamericano de construcción con tierra IIº seminario argentino de arquitectura y construcción con tierra* (2009).