



UTILIZACIÓN DE SUELOS PROCEDENTES DE LA COLMATACIÓN DE LOS DIQUES PARA LA FABRICACIÓN DE BTC

Carlos E. Alderete¹, Lucia E. Arias²

Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME) - Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán San Miguel de Tucumán. Tucumán, Argentina

¹calderete18@hotmail.com; ²ely_arias@hotmail.com

Palabras clave: sustentabilidad, embalses, suelo sedimentado, bloques

Resumen

Es conocido por todos la importancia que tiene la preservación de los recursos naturales cuando se refiere a medio ambiente, a sustentabilidad, a ecología, etc. y, en particular, al cuidado del uso del agua en cada rincón del planeta. En la provincia de Tucumán, Argentina, existe una red importante de pequeños embalses o diques niveladores construidos para regular la crecida descontrolada de ríos en épocas estivales y como embalses de agua destinados al consumo de poblaciones o al riego de campos útiles para la agricultura. En la actualidad, la gran mayoría de ellos están fuera de uso por encontrarse colmatados por el arrastre de sedimentos, que fueron depositándose a través de los años hasta inutilizarlos completamente. Su limpieza o dragado resulta demasiado oneroso, por lo cual dejaron de cumplir con el fin para el cual fueron construidos. Atento a ello, se propuso investigar sobre la posibilidad de utilizar los suelos sedimentados, con el objeto de poder fabricar bloques de tierra compactada (BTC), que sirvieran a las comunidades vecinas de cada embalse para la construcción de sus viviendas. En este sentido, en el país, los antecedentes referidos al tema son escasos y las investigaciones referidas a su utilización en la producción de componentes constructivos son decididamente nulas. Los resultados obtenidos muestran que es posible obtener componentes aptos técnica y económicamente, que reemplacen total o parcialmente a los empleados en la construcción convencional adoptando el estabilizante y el tratamiento adecuado. Se demuestra empíricamente que los bloques obtenidos constituyen un producto adecuado para su empleo en la construcción, con evidentes beneficios económicos y sociales. Consecuentemente, y no menos importante, resulta la posibilidad de rehabilitar dichos embalses para cumplir con la función para el cual fueron concebidos.

1 INTRODUCCIÓN

Argentina se encuentra ubicada entre los 10 países con mayor destrucción de bosques nativos en el mundo, un dato realmente alarmante, si se tiene en cuenta que los bosques son los principales responsables de la conservación natural del medio ambiente. En efecto, regulan los climas de una región, la escorrentía superficial generada por las lluvias, ayudan a la infiltración del agua en el suelo manteniendo el ciclo hidrológico natural y evitando fundamentalmente las inundaciones. Colaboran en mantener la capa fértil de los suelos para beneficio de la agricultura.

Sin embargo, no es el único problema que amenaza la vida en el planeta. El agua potable es sin dudas otro gran elemento vital para la existencia de todo ser vivo. No es casual que las poblaciones se radiquen generalmente a la margen de ríos o de lagunas naturales. Si se tiene en cuenta que tan sólo el 1 % del agua dulce existente en el planeta, es de fácil acceso, se entendería el porqué de la importancia que los países dan a la creación de reservorios como los embalses en todo el mundo. Estos, constituyen sin dudas, un recurso artificial creado por el hombre, que ubicados estratégicamente, colaboran almacenando el agua necesaria para el consumo de las poblaciones aledañas, para el riego de campos para la producción de cultivos y de alimentos y actúan también como reguladores de crecidas de ríos en épocas estivales.

Lamentablemente en la provincia de Tucumán, varios embalses se encuentran colmatados por el acarreo de sedimentos que traen los ríos y los van depositando a través de los años en capas hasta alcanzar el nivel del muro de contención. El dragado de ellos para recuperarlos resulta demasiado oneroso, razón por la cual quedan semienterrados sin función alguna.

El entorno comienza a sufrir las consecuencias, por cuanto ya no existe el reservorio de agua para uso de la población, para riego de los campos colindantes, etc.

Si a esta situación se suma el grave déficit habitacional existente, especialmente en las comunidades rurales por cuanto los planes de viviendas tampoco llegan a esas zonas, es fácil entender por qué los habitantes de esos lugares dejan sus casas y sus campos buscando en las ciudades una mejor oportunidad de vida. Lo cierto es que terminan engrosando las villas perimetrales de las ciudades empeorando su calidad de vida.

Por lo expuesto, es que, desde el Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME), de la FAU-UNT, se busca una solución a este problema, estudiando la factibilidad de aprovechar el uso de los sedimentos acumulados en los diques, en este caso el dique "El Sunchal", en Tucumán, para ser utilizados en la fabricación de componentes constructivos de BTC, que sean empleados en la construcción de viviendas.

De ser esto posible, se produciría la limpieza de los sedimentos que ocupan el vaso del embalse provocando su puesta en funcionamiento nuevamente como hace aproximadamente 50 años atrás.

En función de las características similares que presentan otros embalses de la zona, que se encuentran en idénticas condiciones, se puede pensar en repetir la estrategia propuesta.

2 OBJETIVOS

En el afán de encontrar una solución al problema al grave déficit habitacional existente en las zonas rurales de la región, se plantea como objetivo del presente trabajo, el aprovechamiento integral de suelos procedentes de la sedimentación y de la colmatación de diques o de embalses para la producción de mampuestos de BTC para la construcción de viviendas.

Teniendo en cuenta los reglamentos que en Argentina rigen la producción y la utilización de mampuestos para muros, que exigen una resistencia mínima de 5 MPa (50 kgf/cm²)¹, se propone como objetivo general del trabajo, el diseño de mezclas y métodos de estabilización de suelos procedentes de la colmatación de diques, que garanticen alcanzar tales resistencias con la máxima economía.

2.1 Generales

Determinar a partir de las distintas técnicas de estabilización de suelos, el diseño de mezclas que conduzca a obtener con los suelos procedentes de la colmatación de diques, componentes de BTC que alcancen una resistencia mínima a rotura por compresión simple de 5 MPa (50 kgf/cm²).

2.2 Particulares

- Estudiar las características físicas de los sedimentos existentes en el dique El Sunchal, ubicado en la provincia de Tucumán, Argentina, colmatado desde hace muchos años.
- Determinar la variación de resistencia a compresión por estabilización química, ensayando probetas elaboradas con mezclas diseñadas a partir del uso de distintos aglomerantes.

¹ Reglamento CIRSOC 103, Parte III - Construcciones de mamposterías sismo resistentes

² Reglamento CIRSOC 501 y 501-E. Construcciones de mampostería de bajo. Compromiso estructural

- Analizar la resistencia de probetas ensayadas a rotura por compresión simple a la edad de 28 días.
- Analizar la relación entre la resistencia a tracción de probetas ensayadas a la edad de 28 días, con la resistencia a compresión simple.
- Analizar la variación de resistencia de BTC ensayadas a rotura por compresión simple a la edad de 28 días.

3 METODOLOGÍA

El estudio consistió en la caracterización de los sedimentos procedentes del embalse señalado (figura1) para la elaboración de probetas estabilizados con distintos aglomerantes. Para ello, se tomaron distintas muestras de los suelos sedimentados aguas arriba del paredón de contención del dique, a lo ancho del embalse, a distintas profundidades y hasta los 50 m anteriores al muro de contención.



Figura 1. El muro del embalse aguas arriba y aguas abajo

Debido al tamaño de la superficie a estudiar, y con el objeto de que el análisis sea lo más preciso posible, se determinó que los puntos de estudio no deberían estar alejados a más de 5 m aproximadamente uno de otro.

El análisis posterior de los datos extraídos permitió observar que la sedimentación de partículas arrastradas por la corriente a lo largo de la vida del embalse no es uniforme en cuanto a sus características.

Teniendo en cuenta que el proceso de dragado o de extracción del material se realizará con máquinas y que ese material se irá acopiando a medida que se efectúe la extracción antes de ser utilizado, se procedió al mezclado de todo el material extraído. Para ello, se tomaron muestras de los distintos puntos y se dejaron secar para luego realizar el mezclado y obtener un suelo de características homogéneas.

De los resultados obtenidos, se determinaron las mezclas más apropiadas para la elaboración de BTC que verifiquen la resistencia de referencia de 5 MPa (50 kgf/cm²) según establece el reglamento CIRSOC.

Se establecieron los siguientes pasos procedimentales:

- a) Determinación de las propiedades físicas del suelo de la zona de estudio, mediante ensayos normalizados de laboratorio.
- b) Diseño de mezclas. Preparación de mezclas según diferentes dosificaciones, a fin de verificar la influencia de cada variable interviniente, en las propiedades mecánicas de probetas.
- c) Preparación de probetas cilíndricas de 6 cm de diámetro y 6 cm de altura (relación 1:1), variando la presión de compresión para cada mezcla, conforme a las máquinas existentes en el mercado, con el objeto de determinar su influencia en las propiedades mecánicas finales.

- d) Determinación de la resistencia máxima por rotura a compresión simple de las probetas, ensayadas a la edad de 28 días de fabricación.
- e) Determinar la resistencia a tracción indirecta por compresión diametral de probetas ensayadas a la edad de 28 días.
- f) Determinación de la resistencia máxima por rotura a compresión simple de BTC, ensayados a la edad de 28 días de fabricación.
- g) De la discusión de resultados surgen las conclusiones finales.

4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Ensayos físicos

- a) Granulometría por vía seca (IRAM 10512)

El resultado de granulometría por vía seca arrojó la curva granulométrica que se observa en la figura 2. De acuerdo a la composición granulométrica, el suelo posee una predominancia de material arenoso con buena cantidad de limos.

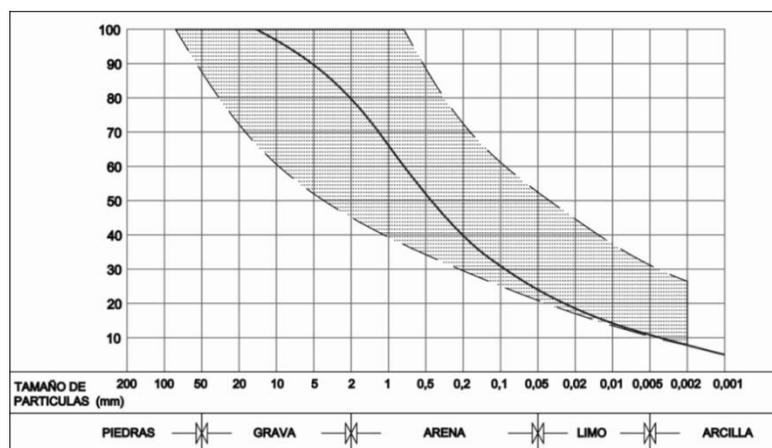


Figura 2. Distribución granulométrica del suelo analizado

Las distribuciones granulométricas presentan curvas sin cambios bruscos de pendiente, respondiendo a una distribución continua y extendida. Se compara el resultado de la distribución granulométrica, por vía seca, del suelo estudiando con las curvas límites recomendadas por la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), donde se verifica que esta presenta resultados satisfactorios para la elaboración del BTC.

- b) Granulometría por vía húmeda (IRAM 10507)

Los suelos, en general, no presentan un contenido de grande de material fino pasante del tamiz N° 200. Los ensayos realizados arrojan en general resultados que varían entre el 14% y el 18%. Se recuerda que este porcentaje de suelo pasante, incluye a las fracciones de limos y de arcillas. Para su determinación individual, se recurrió al ensayo de sedimentación.

- c) Ensayo de sedimentación (IRAM 10515)

Pasadas las 24 h se realizaron las lecturas correspondientes a las tres muestras estudiadas, determinándose un porcentaje promedio de limos del 9 %, mientras que el de arcilla fue del 8%.

- d) Ensayo de materia orgánica (IRAM 1647)

Por tratarse de sedimentos procedentes del arrastre de lluvias y ríos durante su recorrido por la cuenca, aguas arriba del embalse, se supone la probable existencia de materia orgánica (especialmente humus), decantada en los diferentes estratos en profundidad a través del tiempo.

La determinación de su presencia se realiza a través de un estudio de colorimetría según la IRAM 1647, consistente en lavar la muestra de árido fino con una solución al 3% de hidróxido de sodio (NaOH), conocido como soda caústica. Los ácidos de la materia orgánica se neutralizan con la soda produciendo, después de 24 horas de reacción, un líquido de cierta coloración que se interpreta de la siguiente manera: el resultado fue una coloración muy cercana al amarillo pardo correspondiente a un árido aun aprovechable.

Por tal motivo, ante la duda de que el suelo pudiera ser perjudicial para las reacciones químicas del cemento, se resolvió mezclarlo con un 10% de cal viva y dejarlo en reposo con agua saturada durante 48 h. La muestra fue secada en horno a 110°C a peso constante y se repitió el ensayo, acusando como resultado un color amarillento claro.

Por tal motivo, se decidió repetir este procedimiento con todo el suelo a ensayar en adelante.

e) Ensayo de plasticidad (IRAM 10501, IRAM 10502)

La determinación de las cantidades necesarias de agua que deben adsorber las partículas finas de suelo para pasar de un estado a otro, permitió determinar el límite líquido LL y el límite plástico LP del suelo, así como su índice de plasticidad IP.

Los resultados obtenidos de las muestras analizadas de suelo, permitió clasificarlos según figura 3.

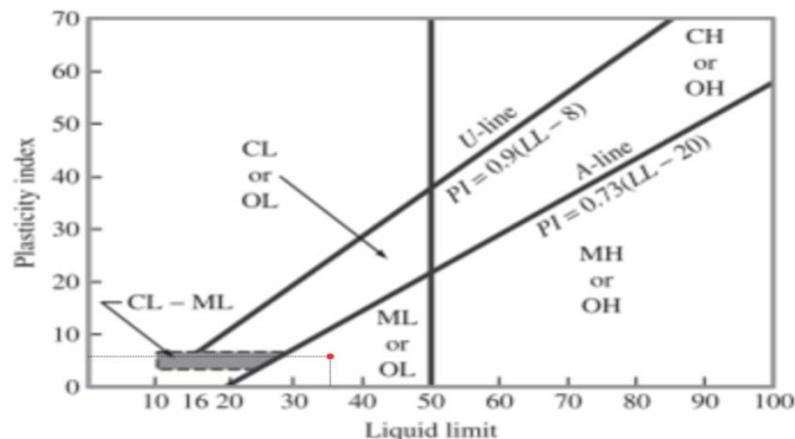


Figura 3. Ubicación del suelo analizado dentro de la carta unificada de suelos

Los resultados mostraron que se trata de un suelo tipo ML, es decir, correspondiente a un suelo limoso inorgánico de baja compresibilidad.

f) Compactación (humedad óptima - densidad máxima) (IRAM 10511)

Los ensayos realizados de acuerdo al método de compactación por Proctor y por presión de moldeo, mostraron que en la medida que se aumentaba la presión de compactación para un idéntico suelo, disminuía, al mismo tiempo, la capacidad de adsorción de agua por parte de las partículas del suelo.

De tal forma se obtuvo, para tres muestras diferentes del mismo suelo, lo siguiente: que mientras el ensayo de Proctor normal necesitaba de un 20,1% de humedad para obtener la máxima densidad seca, correspondiente a 1576 g/cm³, para una presión de compactación de 5 t se requerían 18,65% de humedad, el 16,54% para una presión de moldeo de 10 t y, finalmente, para una presión de 15 t, se necesitaban 14,95% de humedad en las muestras.

Los resultados obtenidos confirman una vez más que las presiones de moldeo, que se ejercen en la fabricación del BTC, entregan mayores energías al suelo comprimido que las entregadas en el ensayo de Proctor Estándar.

Lo mismo ocurre con la densidad máxima seca del suelo. A medida que se incrementa la presión de compactación, entonces podrá contener mayor cantidad de partículas de suelo

dentro del mismo volumen aparente, incrementándose de esta manera el peso unitario de la probeta.

4.2 Ensayos mecánicos

a) Resistencia a compresión de probetas (VN-E33– 67)

Se prepararon probetas cilíndricas de 6 cm de diámetro por 6 cm de altura, con una relación de esbeltez igual a la unidad, con una máquina disponible en el LEME para tal fin. La máquina, posee un manómetro para controlar la presión ejercida. Además está conectada a una computadora provista de un software especialmente diseñado para registrar la fuerza que ejerce la prensa. Contiene también un dispositivo que permite regular la carga máxima a ejercer, a fin de lograr siempre la misma presión de moldeo, eliminando así, un posible factor de dispersión de los valores de los resultados finales obtenidos de los ensayos.

Las probetas fueron colocadas en cámara de curado durante 28 días, hasta la fecha de ensayo. Como encabezado se utilizaron placas de neopreno de 4 mm de espesor a fin de asegurar la correcta distribución de las cargas.

El ensayo se realizó en una prensa mecánica de accionamiento manual marca “Cosacov”, y aro dinamométrico de 3000 kg.

Los resultados obtenidos sobre probetas, curadas y ensayadas a los 28 días de edad, verifican que es posible alcanzar los 5 MPa de resistencia exigida por las normas.

Los valores registrados en la tabla 1 fueron afectados por un factor de corrección por esbeltez de las probetas (FC=0,85), recomendado en las normas.

Tabla 1. Resistencia a la compresión de probetas, para distintas dosificaciones de aglomerantes, presiones de moldeo y humedad de compactación ensayadas a los 28 días de edad.

Serie	Dosificación		Presión de moldeo (MPa) ; Humedad Optima (%)		
	Tierra	Cemento	P ₁ =5 MPa ; H=18,65%	P ₂ =10 MPa ; H=16,54%	P ₃ =15 MPa ; H=14,95%
1	10	0	1,71	2,32	2,81
2	10	1	2,92	3,24	4,31
3	8	1	4,36	5,43	6,24
4	6	1	5,95	6,74	7,97

Se observa que mezclando una parte de cemento, con 10 partes de suelo, es imposible alcanzar el objetivo buscado, independientemente de la presión de moldeo ejercida. Para proporciones de una parte de cemento por ocho partes de suelo, aplicando a las muestras una presión de moldeo de 15 MPa, y asegurando en la mezcla una humedad de 14,95% de agua medida en peso, es posible alcanzar los 5,14 MPa.

Lo mismo ocurre para mezclas más ricas en cemento. Mezclando una parte de cemento por seis partes de suelo es posible superar los 5 MPa con una presión de moldeo del suelo de 10 MPa, mientras la humedad de moldeo sea del 16,54% de agua medida en peso.

b) Resistencia a tracción de probetas (IRAM 1524)

El ensayo de tracción se realizó en forma indirecta, por compresión diametral de probetas de 6 cm de diámetro por 12 cm de altura. Se utilizaron los mismos diseños de mezclas empleadas para los ensayos a rotura por compresión simple, y curadas en idénticas condiciones. Se ensayaron cinco probetas por cada serie.

En tabla 2 se vuelcan los resultados obtenido de los que se deduce que, independientemente de las dosificaciones empleadas, los resultados apenas alcanzan los 0,2 MPa de resistencia máxima a rotura por tracción; en el mejor de los casos, es decir para una relación de una parte de cemento por seis partes de suelo, con 14,95% de humedad de compactación y 15 MPa de presión de moldeo.

Tabla 2. Resistencia a tracción de probetas, para distintas dosificaciones de aglomerantes, presiones de moldeo y humedad de compactación ensayadas a los 28 días

Serie	Dosificación		Presión de moldeo (MPa) ; Humedad Optima (%)		
	Tierra	Cemento	P ₁ =5 MPa ; H=18,65%	P ₂ =10 MPa ; H=16,54%	P ₃ =15 MPa ; H=14,95%
1	10	0	0,03	0,04	0,05
2	10	1	0,06	0,07	0,09
3	8	1	0,09	0,12	0,17
4	6	1	0,12	0,16	0,20

Puede apreciarse de los resultados obtenidos que los valores resultantes del ensayo indirecto por tracción de las probetas de suelo-cemento resultan ser aproximadamente de un 2% del correspondiente a rotura por compresión simple a la misma edad de ensayo.

c) Resistencia a compresión de BTC (IRAM 12586)

Se realizaron en 30 bloques de BTC con cada mezcla seleccionada, respetando el contenido de humedad para cada presión de moldeo ejercida sobre el suelo comprimido. Se obtuvieron 10 datos de cada dosificación adoptada. Se utilizó una bloquera, tipo CINVARAM, con una caja de 18 cm x 36 cm, la que entrega una energía de moldeo a la mezcla de 5 MPa. Los bloques de BTC realizados con presiones de moldeo de 10 MPa y de 15 MPa se efectuaron con una máquina hidráulica, tipo industrial, de una empresa del medio.

El ensayo se realizó sobre pilas de tres bloques superpuestos sin mezcla de asiento, determinándose, como tensión máxima de rotura, a aquel valor alcanzado a partir del cual no se podía seguir cargando más las muestras. Las pilas fueron conservadas en laboratorio, protegidas de la corriente de aire, humedecidas durante 27 días, y tapadas con plástico para conservar la humedad.

Para el ensayo, las pilas fueron encabezadas con placas de neopreno, de 4 mm de espesor en cada cara de asiento. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Resistencia a compresión de BTC para distintas dosificaciones de aglomerantes, presiones de moldeo y humedad de compactación ensayadas a los 28 días de edad.

Serie	Dosificación		Presión de moldeo (MPa) ; Humedad Optima (%)		
	Tierra	Cemento	P ₁ =5 MPa ; H=18,65%	P ₂ =10 MPa ; H=16,54%	P ₃ =15 MPa ; H=14,95%
3	8	1	3,49	4,34	5,12
4	6	1	4,76	5,39	6,38

Se observa que para las mezclas de diseño adoptadas, denominadas serie 3 y 4, los valores obtenidos resultan entre un 20 a un 25 % inferiores a los valores obtenidos en las probetas.

El objetivo buscado que es superar los 5 MPa de resistencia sólo es posible para proporciones de una parte de cemento por 8 partes de suelo, con una presión de moldeo del suelo de 15 MPa. Para menores presiones de moldeo de los BTC, es necesario enriquecer la mezcla utilizando seis partes de suelo por una parte de cemento.

7 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que es posible el aprovechamiento de suelos sedimentados en el embalse "El Sunchal", de la provincia de Tucumán, para la fabricación de BTC, que cumplan con una resistencia mínima de 5 MPa (50 kgf/cm²).

El suelo extraído del depósito de suelo sedimentado, como consecuencia de la colmatación

de dicho embalse, puede ser utilizado para la construcción de viviendas de los habitantes de la población existente a ese lugar.

Los resultados obtenidos muestran que es posible obtener componentes aptos técnica y económicamente, que reemplacen total o parcialmente a los empleados en la construcción convencional adoptando el estabilizante y el tratamiento adecuado. Especialmente en lugares donde el uso de materiales convencionales implican elevados costos especialmente por fletes y acarreos.

Se demuestra empíricamente que los bloques obtenidos, constituyen un producto confiable para su empleo en la construcción, con evidentes beneficios económicos y sociales.

El trabajo realizado demuestra que es posible replicar este estudio, en otros embalses de la región que posean similares características en cuanto a ubicación y morfología de la cuenca hídrica, con resultados alentadores para obtener una respuesta al problema habitacional de las comunas rurales del interior de la provincia.

Paralelamente y no menos importante resulta el hecho que el dragado de estas obras de ingeniería, implicaría volver a ponerlos en funcionamiento para cumplir con los objetivos para los cuales fueron creados. Entre ellos, la regulación de crecidas de los ríos para evitar daños irreparables aguas abajo, aprovechamiento de agua para consumo de los habitantes de la zona, riego para la agricultura y aprovechamiento de las tierras fértiles para su cultivo, por citar algunas.

En síntesis es posible por un lado reducir un problema de elevado impacto ambiental con la rehabilitación de los embalses colmatados y por otro, realizar construcciones más amigables con el medio ambiente, mediante el uso de materiales y tecnologías apropiables de reducido gasto energético.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENOR (2008). Norma Española UNE 41410. Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación.

IRAM 1524 (1982). Preparación y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y de tracción por compresión diametral.

IRAM 1647 (1994). Mecánica de suelos. Agregados para hormigón de cemento Portland. Métodos de ensayo. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales

IRAM 10501 (1968). Mecánica de suelos. Métodos de determinación del límite líquido y del índice de fluidez. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales

IRAM 10502 (1968). Mecánica de suelos. Método de determinación del límite plástico e índice de plasticidad. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales

IRAM 10507 (1959/Revisión 1986). Mecánica de suelos. Método de determinación de la granulometría mediante tamizado por vía húmeda. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales

IRAM 10511 (1972). Mecánica de suelos. Método de Ensayo de Compactación en Laboratorio. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

IRAM 10512 (1977). Mecánica de suelos. Métodos de análisis granulométrico. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

IRAM 10515 (1968). Mecánica de suelos. Preparación de muestras para análisis sedimentométrico y para determinación de las constantes. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales

IRAM 12586 (1980) Ladrillos y bloques cerámicos para la construcción. Métodos de determinación de resistencia a la compresión

VN-E33-67 (1967). Ensayo de compresión de probetas compactadas de suelo-cal y suelo-cemento. Buenos Aires, Argentina: Dirección Nacional de Vialidad -1º Distrito

AUTORES

Carlos Eduardo Alderete, ingeniero civil, orientación estructuras; director del Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios-LEME-FAU-UNT profesor adjunto, Cátedra Construcciones I, Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) - Universidad Nacional de Tucumán (UNT); integrante del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda-CRIATiC - Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán; miembro de la Red Iberoamericana de Arquitectura y Construcción con Tierra – PROTERRA.

Lucía Elizabeth Arias, ingeniera civil, orientación estructuras; docente de la Cátedra Construcciones I, Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) - Universidad Nacional de Tucumán (UNT); integrante del Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios-LEME-FAU-UNT; integrante del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda-CRIATiC - Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán; miembro de la Red Iberoamericana de Arquitectura y Construcción con Tierra – PROTERRA.