

MATERIALES Y SISTEMAS DE CONSTRUCCION CON TIERRA CRUDA EN EL AMBITO DE LA SUSTENTABILIDAD

María Alejandra Cardozo

RESUMEN

Este trabajo tiene por objetivo presentar una propuesta de vivienda unifamiliar sustentable, incorporando la técnica constructiva al BTC (Bloque Tierra Comprimida), cuya materia prima es un recurso natural de extracción local. Para ello se han tenido en cuenta distintos aspectos imprescindibles que permitan lograr una vivienda eficiente, evocando a la arquitectura vernácula y su vinculación tierra y clima, análisis bioclimático, normativas locales vigentes, estudio de suelo y materiales sanos. Como búsqueda, se ha priorizado minimizar los impactos negativos generados por la construcción al medio ambiente, la incorporación de participación social a través de la autoconstrucción y técnicas vernáculas. Por último, se consideraron los recursos económicos desde la eficiencia en el ahorro energético, los materiales empleados y la implementación de la economía circular implícita en esta propuesta, que se desarrolla en una segunda parte.

INTRODUCCION

La construcción en tierra cruda ha estado presente en el diseño arquitectónico y en el desarrollo de civilizaciones y ciudades desde hace más de 9.000 años. Todas las civilizaciones antiguas utilizaron tierra cruda, debemos tener en cuenta que algunas viviendas descubiertas fueron del 8.000 a.C

La tierra es el material de construcción natural más abundante en la mayoría de las regiones del mundo y a través de tiempo demostró resistencia y durabilidad. Asimismo, dicho sistema, permite una construcción alternativa para algunos sectores de la población más vulnerables, ya sea por su bajo costo, disponibilidad de materia prima y fácil aprendizaje posibilitando la autoconstrucción. En nuestro país, un 70% del territorio se encuentra constituido por regiones Áridas y Semiáridas por cuanto la construcción vernácula junto al tradicional tuvo mucha presencia al emplear la tierra cruda como materia prima.

El NOA es una de las regiones donde la construcción con tierra es la protagonista sobre todo en la producción de vivienda. Sin duda alguna, la tierra cruda está muy presente en el paisaje arquitectónico y patrimonial, constituyendo una de las características más reconocidas de su identidad cultural. En países como Alemania, Francia e Inglaterra, las construcciones a base de tierra cruda son valoradas en el mercado inmobiliario de nuevas viviendas dados sus atributos ecológicos, por ser pasivamente sustentables, aportando nuevas técnicas constructivas a las originarias, más ecológicas, económicas, sustentables y modernas.

Al hablar de construcción con tierra, se pueden definir 4 clasificaciones técnicas: Adobe, BTC (*desarrollado en este trabajo*), Tapial o Tierra Apisonada y Técnica Mixta (tierra-madera o quincha).

TECNICAS

En el contexto de las técnicas principales (mampuestos, muro monolítico y bahareque o quincha) y otras técnicas menos frecuentes como modelado directo, panes de barro, stranglem, etc., a continuación se hace referencia solo a mampuestos, dado que este trabajo se concentra en la utilización del Bloque BTC para la construcción del modelo de vivienda desarrollado.

Los mampuestos pueden ser de adobe (comúnmente llamado ‘barro’), o bloques comprimidos, y los muros se pueden construir en seco o con mortero de asiento, según se analiza a continuación:

a. Adobes: Son bloques de tierra no comprimida, mezclando tierra humedecida con fibras vegetales, se le da forma con moldes y se los deja secar al sol. Su fabricación es muy sencilla y se obtienen mejores resultados construyéndolos manualmente que con maquinarias, según la experiencia del Arq. Minke. Poseen buena aislación térmica, la cual puede incrementarse en función de la cantidad de paja que se incorpora. Vale indicar que esto también mejora su estabilidad y manipulación.

b. Bloques comprimidos: Se utilizan moldes para comprimir tierra con la ayuda de máquinas manuales o hidráulicas, dando como producto un bloque comprimido de alta densidad, con adecuadas propiedades mecánicas, buena regularidad geométrica y aspecto.



ASPECTOS DE SUSTENTABILIDAD

¿Por qué hablar de aspectos de sustentabilidad? Uno de los factores a tener en cuenta se relaciona con el consumo de energía en los procesos de elaboración, la materia prima utilizada, traslado del material a la obra y el impacto o huella que genera la misma. Es importante conocer que brinda el lugar donde se va a intervenir y, en este caso, los suelos-la tierra. Es así que en muchos lugares se puede encontrar muy pronto la capa fértil, por debajo de ésta entre los 0.30 a 1.50 mts, marga (arcilla, arena, cieno).

En su proceso de transformación, los bloques de tierra comprimida o arcilla no pierden sus propiedades posibilitando su reuso en forma ilimitada, pero al trabajar con BTC, el bloque tiene un estabilizador (cemento 6/8 %) podrá ser reciclado como escombros en un futuro.

ENERGIA

Elaborar un bloque de tierra comprimida requiere el 1 % de la energía necesaria para producir un ladrillo. Si la producción fuera mecánica en vez de manual, se necesitaría 1 lt, de diésel para fabricar 145 bloques de tierra, generando un ahorro de energía y emisiones mínimas de CO₂. Si bien, la acción mecánica permite mayor producción de bloques por jornada, a fin de mitigar con las contaminaciones que pueda generar la misma, es importante considerar su rol social, generar trabajo en grupos comunitarios o cooperativas para auto-construir sus viviendas o comercializarlas con sus propios recursos.

Una vivienda de arcilla requiere menos energía para calefaccionar o refrigerar que una vivienda construida en forma convencional, ya que mantiene aproximadamente el 50 % de humedad relativa, a diferencia de las convencionales que pueden alcanzar un 80 % o más. El ahorro de energía se debe a que el muro es capaz de almacenar calor y energía solar, para luego liberarla en forma de calor radiado cuando decae la temperatura. Además, se puede aumentar la capacidad de acumulación utilizando un aislamiento exterior de un bloque de tierra comprimida, de forma que la casa se mantiene caliente en invierno y fresca en verano.



En este accionar, arquitectos como Gernot Minke, arquitecto e ingeniero alemán considerado uno de los primeros referentes a nivel mundial cuya dedicación refiere a la construcción Sustentable, han tomado a la tierra como el elemento natural por excelencia, investigando y analizando su comportamiento. Si bien la construcción con tierra posee algunas desventajas, las que se tuvieron en cuenta y pudieron ser revertidas o mejoradas en la actualidad, como se menciona a continuación.

LA PROBLEMÁTICA DE LA TIERRA CRUDA

Desventajas:

- a- **Material:** Se debe tener en cuenta reforzar el sistema en zonas sísmicas, por ej: Zona Andina por los sismos constantes.
- b- **Agrietamiento:** Favorece la formación de zonas propicias para la proliferación de insectos, tales como vinchuca (ref. mal de Chagas, etc.)
- c- **Espesor de muro:** Generoso a comparación de los tradicionales lo que conlleva a construcciones menos flexibles.
- d- **Connotación social:** Asociado el uso del material a viviendas de bajos recursos, zonas rurales, subdesarrollo, etc., no aceptado en construcciones modernas.
- e- **Mantenimiento:** Dada la sensibilidad del material en cuanto a su exposición ante agentes naturales (lluvias y vientos) se requiere un mantenimiento más minucioso que algunos materiales convencionales.
- f- **Fabricación manual:** Dado que en la actualidad la industria no los produce en serie, por desconocimiento o limitaciones de códigos locales, las cooperativas locales han desarrollado su producción en menor escala para planes de vivienda con autoconstrucción, fomentando el trabajo local en algunos municipios.
- g- **Códigos de Edificación:** En general, no contemplan este tipo de construcción, solo algunas normativas regionales.
- h- **Aptitud:** No son aptos para construcción en altura dada su mayor densidad y peso.

La fabricación de ladrillos comunes promueve una actividad más artesanal y de pequeña escala. Los hornos, a través de la quema o cocción de tejas y otros productos de arcilla, emiten gran cantidad de gases a la atmósfera como el monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, azufres, etc. Junto a esta problemática, se muestra una relación entre los datos de salud de los habitantes de las zonas de producción de ladrillos, por ej. en América Latina, donde las muertes están relacionadas a situaciones ambientales, muchos niños mueren al año por *IRAS*, relacionadas con la contaminación atmosférica y el trabajo desde tan pequeños en los hornos a cielo abierto.

Ventajas:

- a- Material local y biodegradable
- b- Facilita la gestión de recursos
- c- Material adaptable (técnica, social y culturalmente)
- d- Bajo costo de producción.
- e- Reducido uso de energía, emisiones de gases efecto invernadero y contaminación aérea.
- f- Muy buena aislación acústica proporcionada por su alta densidad.
- g- Importante capacidad térmica, ofrece temperaturas más confortables en verano.
- h- Material totalmente inerte y degradable.
- i- Control de variación de humedad relativa por su capacidad de absorción y desorción, reduciendo el riesgo de condensación superficial.



En este marco, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Requieren manipuleo cuidadoso en obra:** A fin de evitar roturas o daños producidos por agua.
- **Protección de lluvias:** En muros exteriores, se deberán proteger de las lluvias, y los revoques permeables requieren más tiempo de secado, comparado con los revoques convencionales de yeso.
- **Baja alteración de la naturaleza:** Ya que no se realizan transformaciones fisicoquímicas en la construcción.
- **Preservación de la capa de tierra fértil:** En general, se utiliza tierra de las capas inferiores y no de la superior de humus en la que se dan los principales procesos biológicos.
- **Reciclabilidad:** Si se llega a la instancia de demoler una construcción de tierra, se obtiene material con las propiedades casi intactas respecto a las iniciales, que podrían reutilizarse con las mismas prestaciones que la tierra original.
- **Inercia térmica:** Por la densidad del material, conserva la energía calórica durante periodos más prolongados que otros materiales.
- **Aislación térmica:** Está dada por la porosidad del material y el espesor necesario para la construcción de muros.
- **Energía utilizada:** Puede construirse con una alta tasa de energía renovable, en particular si se utilizan procesos manuales y, por otro lado, los consumos de energía se reducen significativamente si la tierra utilizada es del mismo sitio de la construcción.

BTC, Bloque de Tierra Comprimida

Los BTC son bloques de construcción producidos con tierra cruda, técnica investigada, ensayada, probada y sometida a varios procesos de verificación. En la actualidad, permite garantizar dicha técnica constructiva, basada en comprimir una mezcla húmeda de suelo con una fuerte presión de hasta 100Kg/cm² (arcilla, limo, arena y grava), dentro de un molde de acero con una prensa manual o motorizada a fin de obtener bloques uniformes y estables. Ello depende del tipo de suelo del lugar en que se trabaja, pudiéndose estabilizar la tierra con un bajo porcentaje de cemento o cal y así obtener la resistencia adecuada.

La CINVA-RAM fue una de las primeras prensas manuales en 1950, creada por Raúl Ramírez, surgido del programa de I+D en Colombia para vivienda social a fin de mejorar los ladrillos de adobe tradicional realizados a mano para ser secados luego al sol.



En este proceso, se debe descartar la capa superficial por contener restos orgánicos. A partir de los 30-60 cm se debe trabajar con un máximo de 2 m de profundidad, ya que hasta allí se permite trabajar físicamente en forma manual.

Como se mencionara anteriormente, los componentes de la tierra son: arena (grano grueso sin cohesión), limo (grano fino sin cohesión) y arcilla. Las arcillas son el aglutinante natural de las partículas más grandes, mientras que los limos y las arenas conforman el esqueleto resistente que soportan las cargas y evitan que se fisure. Si se observa gran cantidad de arena, puede suceder que el bloque se desarme al desmoldarlo. Si el porcentaje de arcilla es excesivo, el bloque puede quedar adherido al molde y al esforzar su desmolde se desprenden pedazos. De esta manera, la arena brinda la estructura, el limo da plasticidad y la arcilla aporta la cohesión.

Esta técnica de bloques de tierra comprimida (BTC) se complementa con el agregado de estabilizantes como el cemento Portland, el asfalto o la cal, cuyo fin es el aporte de capacidad de carga, el trabajo a la compresión y la protección o resistencia que necesita a la abrasión y los impactos producidos por la lluvia.

En estas condiciones, las características principales de los bloques BTC son las siguientes:

- a- Poseen mayor densidad comparado con los bloques de cemento.
- b- Se producen con tierra cruda y se secan naturalmente, sin cocción.
- c- Se pueden producir a pie de obra.
- d- Pueden cumplir funciones estructurales.
- e- Ofrecen óptimas prestaciones térmicas y acústicas.
- f- Presentan excelentes propiedades de resistencia mecánica, durabilidad e inercia térmica.
- g- Pueden ser estabilizados y no-estabilizados.

Proceso de producción del BTC: La maquinaria metálica, consiste en una caja de acero, con un pistón. Se opera en forma manual por medio de un brazo de compresión que al hacer palanca eleva la plataforma inferior comprimiendo el bloque contra la tapa. Se produce 1-2 bloques por vez dependiendo del tipo de maquinaria. Se estima una producción de 40-60 bloques por hora.

Procedimiento del prensado: se realiza siguiendo los siguientes pasos:

1. Aceitar la caja, colocar la tierra y correr la tapa.
2. Evitando presionar la tierra con las manos antes de prensar, se mueve la palanca de modo de sacar la traba.
3. Mover la palanca para proceder al prensado
4. Regresar la palanca a la posición inicial
5. Correr la tapa y mover la palanca
6. Retirar el bloque y acopiar

Cuando se retira el bloque, se lo debe proteger con plásticos para mantener la humedad, protegiéndolos del sol directo y del viento. Teniendo en cuenta que el proceso de curado se inicia después de 4-6 horas de su fabricación, de los debe regar 2 o 3 veces por día durante una semana siempre que el Bloque BTC se estabilice con cemento.



SITIO. Elección de la localización y las características del lugar a intervenir.

Este trabajo remite al diseño de una vivienda unifamiliar en la localidad de Tandil, Provincia de Buenos Aires, Argentina:

Latitud: 37°19'18" S

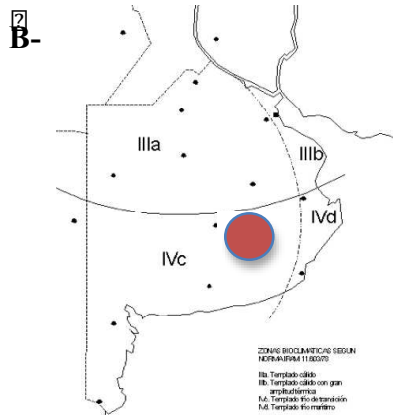
Longitud: 59°07'59" O

Altitud sobre el nivel del mar: 192 m

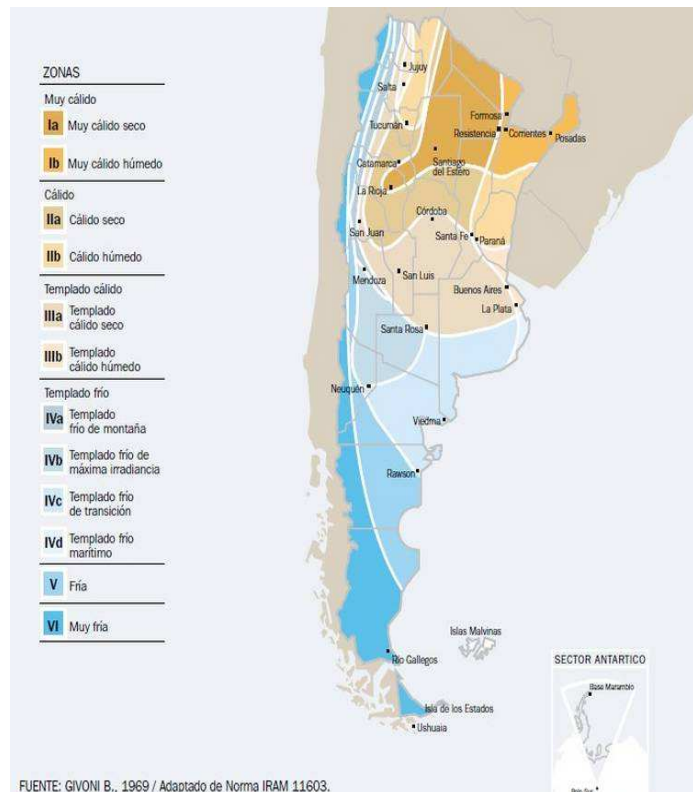
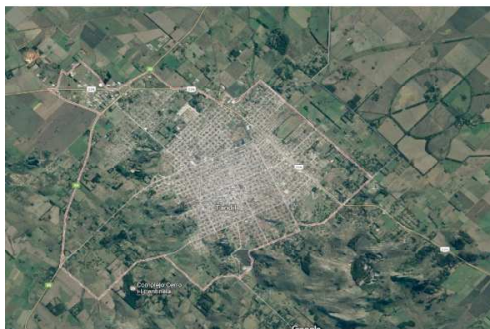
La Norma IRAM 11.603 define la Zonificación Bioambiental de la Rep. Argentina, aportando una descripción general de las condiciones climáticas para invierno y verano, las que permiten elegir las pautas de diseño que acompañan la calidad térmica para lograr habitabilidad y confort en las construcciones.

A. Características relevantes:

Según dicha Norma, la Ciudad de Tandil se encuentra en la Zona Bioambiental IV, Subzona IVc de clima Templado Frío de Transición, ventosa y fría en invierno y calurosa en verano, con bajo nivel de humedad y cielos despejados la mayor parte del año. Para latitudes mayores a 30°, la orientación favorable es NO-N-NE-E, debiéndose verificar el riesgo de condensación intersticial en las Sub-zonas IIIb, IVb y IVc en invierno, si se usan aislantes livianos, y evitar el aislamiento térmico en la cara interior de muros y techos, para no perder inercia térmica.



Parámetros



FUENTE: GIVONI B., 1969 / Adaptado de Norma IRAM 11603.

Suelo:

1. Drenaje y permeabilidad: Bien drenado, escurrimiento medio, permeabilidad moderada, capa freática (mayor a 100cm de profundidad)
2. Capacidad de uso: III
3. Mapas precipitaciones-Temperatura-Índice de aridez-Taxas climáticas de suelos.

Condiciones climáticas:

Con 14° C de temperatura promedio anual, y máximas promedio de 20° C, presenta mayores registros en el mes de enero y mínimas promedio cercanas a los 8° C en los meses más fríos de junio, julio y agosto. Las precipitaciones medias anuales son de 800 mm, aunque un poco más intensas en verano (a razón de 20 mm más por mes), se podría hablar de un régimen isohigro (regular). La frecuencia anual de días con heladas es de 30 a 60, siendo más abundantes en las zonas de sierras, ya que se asientan en las partes deprimidas.

Zona bioambiental	Subzona	Provincia	Departamento
IV	IVa	Catamarca	Belén, Tinogasta
		Jujuy	Cochinoca, Yavi
		La Rioja	Gral. Lamadrid, Gral. Lavalle, Vinchina
		Mendoza	Capital, Guaymallén, Junín, Las Heras, Luján de Cuyo, Maipú, Mendoza, Rivadavia
		Salta	Cachi, Iruya, Molinos, Rosario de Lerma, San Carlos, Santa Victoria
		San Juan	Jáchal, Sarmiento, Ullum, Zonda
	IVb	La Pampa	Curacó, Chalileo, Chical-Có, Limay Mahuida, Puelén, Utracán
		Mendoza	Gral. Alvear, Malargüe, Rivadavia, San Carlos, San Rafael
		Neuquén	Añelo, Confluencia, Pehuenches
IVc	Buenos Aires	A. González Chávez, Adolfo Alsina, Ayacucho, Bahía Blanca, Benito Juárez, Cnel. Dorrego, Cnel. Pringles, Cnel. Rosales, Cnel. Suárez, Gral. Guido, Gral. Lamadrid, Guaminí, Laprida, Lobería, Necochea, Patagones, Puán, Saavedra, Salliqueló, San Cayetano, Tandil, Tres Arroyos, Tornquist, Villarino	
	Chubut	Gaman, Rawson, Telsen, Diezma	
	La Pampa	Caleu Caleu, Caleucalen, Guatraché, Hucal, Lihuel-Calel	



DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES SERIES DE SUELOS

SERIE TANDIL (Ta)

Es un suelo oscuro, profundo, con fuerte desarrollo, su aptitud es agrícola, se encuentra en un área de paisaje serrano ondulado con pendientes suaves, medias y largas de la Subregión Pampa Austral Interserrana, ocupando la media loma, bien drenado, desarrollado en sedimentos loésicos franco fino sobre una costra calcárea de extensión regional, no salino, no alcalino en pendientes de 1-3 %.

Clasificación taxonómica: Argiudol Típico, Fina, illítica, térmica. (USDA-Soil Taxonomy V. 2006).

Ap 0-25 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; gris oscuro (10YR 4/1) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares medios moderados que rompe a bloques angulares finos y granular; duro; friable; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite inferior claro suave.

BA 25-36 cm; pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares gruesos medios que rompe a bloques subangulares finos; duro; friable; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; barnices de complejo húmico-arcillosos escasos; raíces comunes; límite inferior claro suave.

Bt 36-83 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; pardo grisáceo (7,5YR 5/2) en seco; arcilloso; prismas gruesos fuertes que rompe a prismas medios finos y a bloques angulares; extremadamente duro; firme; plástico, adhesivo; barnices de complejos húmico-arcillosos abundantes; raíces escasas; límite inferior claro suave.

BC 83-108 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares gruesos moderados a débiles que rompe a bloques gruesos y granos simples; duro; friable; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; barnices de complejos húmico-arcillosos comunes; límite inferior claro suave.

C 108-135 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco; franco; masivo que rompe en granos simple; ligeramente duro; friable; raíces escasas.

Observaciones: En algunos perfiles aparece un horizonte cálcico no consolidado (165-170 cm. de profundidad).

Variabilidad de las características: El horizonte Ap es franco, con 25 a 27 % de arcilla, bloques angulares y subangulares más granular, espesor de 25 a 30 cm. de profundidad, pardo oscuro (10 YR 2/2) en húmedo y pardo grisáceo claro (10YR4/2) en seco. El BA, 30-35 % de arcilla, pardo grisáceo claro (10YR5/2) en seco, horizonte argílico, incluye techo del BA (25 cm.), hasta el piso (36 cm.), relación % de arcilla > 1.2. El Bt, franco arcilloso con 35 a 40 % arcilla, espesor del argílico de 50 a 58 cm. (rel. % arc. >1.4). La profundidad del "Solum" (Ap-BA-Bts-BC) varía entre 105 a 112 cm. El material parental (C), es franco con 20 a 25 % de arcilla.

Fases: Por pendiente, erosión, drenaje, anegabilidad y engrosada en distintos grados.

Drenaje y permeabilidad: Bien drenado, escurrimiento medio, permeabilidad moderada, capa freática (mayor a 100 cm. de profundidad).

Uso y vegetación: Agrícola. Vegetación natural: Trébol blanco, (Trifolium repens), Stipa sp, Cardo negro, (Cirsium vulgare).

Capacidad de uso: III es

Limitaciones de uso: Climática (leve), fuertemente textural (Bts), susceptibilidad a la erosión hídrica.

Índice de productividad según la región climática: 76,95 (B), 72,90 (C), 68,85 (D).

Rasgos diagnósticos: Régimen de humedad údico, epipedón mólico, horizonte argílico (relación de arcilla B/A: >1.2) entre los 25 a 83 cm. de profundidad.

SERIE AZUL (Az)

Es un suelo muy oscuro, moderadamente profundo y apto para los cultivos agrícolas, se encuentra en un paisaje de lomas extendidas y pendientes en posición de loma del sector Subregión Sierras y Pedemonte del Sistema de Tandilia, bien drenado, desarrollado en sedimentos loésicos finos que se apoyan sobre una costra calcárea de extensión regional "tosca", no alcalino, no salino, pendientes 1 a 3 %.

Clasificación taxonómica: Paleudol Petrocálcico, Fina, illítica, moderadamente profunda, térmica (USDA-Soil Taxonomy V.2010). Argiudol Típico, Fina, illítica, moderadamente profunda, térmica (USDA-Soil Taxonomy V.1975).

Ap 0-15 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; franco arcilloso; granular; blando; muy friable; no plástico, no adhesivo; raíces comunes; límite inferior abrupto, suave.

A 15-21 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; franco arcilloso; granular fina y bloques subangulares finos, moderados; blando; friable; no plástico, no adhesivo; raíces escasas; límite inferior claro, suave.

BAt 21-29 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; franco arcilloso; bloques subangulares medios, débiles; blando; friable; no plástico; ligeramente adhesivo; barnices "clay skins" abundantes; raíces comunes; límite inferior claro, suave.

Bt 29-63 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; arcilloso; prismas simples irregulares, medios a gruesos, moderados, que rompe a bloques angulares y subangulares; duro; firme; plástico, adhesivo; barnices "clay skins" muy abundantes; raíces vestigios; límite inferior claro y suave.

BC 63-88 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; franco; prismas irregulares simples, medios, débiles que rompe a prismas menores y bloques angulares y subangulares; blando; muy friable; no plástico, no adhesivo; barnices "clay skins" escasos; límite inferior abrupto y ondulado.

Descripción del Perfil Típico

AP	0-25cm	25 a 27% de Arcilla
BA	25-36cm	30 a 35% de Arcilla
BT	36-83cm	35 a 40% de Arcilla
BC	83-108cm	
C	108-135cm	20 a 25% de Arcilla

C. Clima / Temperaturas-Humedad-Precipitaciones

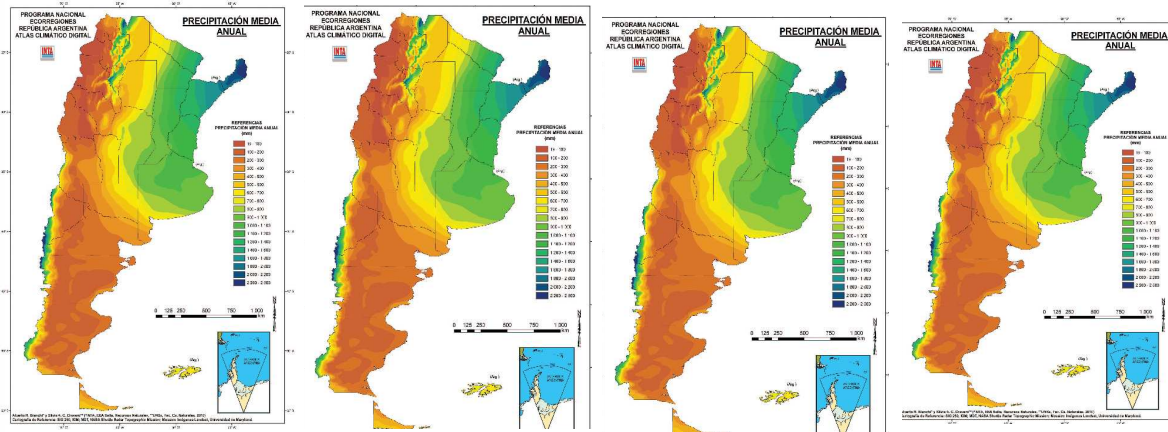


Tabla A.1 - Datos climáticos de invierno

ESTACIÓN	P	LAT	LONG	ASNM	TMED	TMÁX	TMÍN	TMA	TDMN	PREC	H R	HELRE	VM	GD16	GD18	GD20	GD22
BUENOS AIRES (AEROPARQUE)	BAC	-34,57	-58,42	6	12,84	16,0	9,7	-1,0	1,7	248	76	5,2	14,1	528	852	1256	1743
BUENOS AIRES	BAC	-34,58	-58,48	25	12,91	17,1	8,8	-2,1	0,1	278	77	5,0	9,7	538	854	1249	1723
CORONEL SUAREZ (AERO)	BAP	-37,43	-61,88	233	19,73	27,0	12,4	39,2	35,5	378,6	67,9	8,6	15,0				
TANDIL (AERO)	BAP	-37,23	-59,25	175	19,48	26,4	12,6	37,4	34,9	377,0	71,2	7,7	14,8				

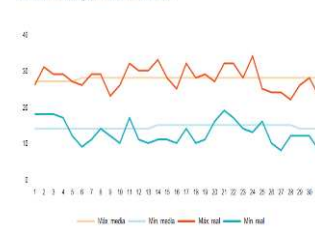
Gráfico de temperaturas julio 2016



Tabla A.2 - Datos climáticos de verano

ESTACIÓN	P	LAT	LONG	ASNM	TMED	TMÁX	TMÍN	TMA	TDMX	PREC	HR	HELRE	VM
BUENOS AIRES (AEROPARQUE)	BAC	-34,57	-58,42	6	23,33	27,0	19,6	39,6	34,4	451,5	69,3	8,5	16,7
BUENOS AIRES	BAC	-34,58	-58,48	25	23,68	28,5	18,8	40,5	36,5	515,8	67,6	8,2	11,1
TANDIL (AERO)	BAP	-37,23	-59,25	175	19,48	26,4	12,6	37,4	34,9	377,0	71,2	7,7	14,8
BENITO JUÁREZ (AERO)	BAP	-37,72	-59,78	207	20,06	26,8	12,6	39,7	35,6	360,0	72,9	9,2	13,3

Gráfico de temperaturas enero 2016



PROYECTO

Planta-Orientación-Parámetros



SISTEMA CONSTRUCTIVO

Elección del Bloque-Sistema: La elección del sistema con mampuestos portantes BTC (Bloque de Tierra Comprimida), responde a una construcción sustentable, teniendo en cuenta:

- * elección del material y sus características
 - * uso del suelo, componentes aptos a menos de 1,20 m de profundidad
 - * elaboración in-situ
 - * mínima energía requerida para el proceso de elaboración
 - * uso de materiales sanos
 - * no explotación del trabajo infantil, conocido en hornos de ladrillos a cielo abierto
 - * no generación de emisiones a la atmosfera
 - * bajo costo del material y disponibilidad local
 - * impacto positivo
-

a. Estructura: Se compone de un sistema mixto de muros de BTC con capacidad portante y una estructura de madera, tanto para las columnas como su viga de encadenado superior que refuerza y encadena los muros permitiendo apoyar la cubierta plana verde.

b. Fundación: Se debe realizar un estudio de suelo para determinar la correcta fundación. Para el desarrollo de esta vivienda, dado el tipo de suelo del sitio según algunos estudios de suelo, se recomienda una viga de fundación, apta para suelos resistentes a poca profundidad de 80cm de ancho según espesor del muro de apoyo, altura según calculo.

c. Cerramiento vertical: Se compone de un muro doble de bloques BTC de 0.10+0.05+0.10m tomados entre sí con conectores de madera, y aislación térmica entre ambos muros y sus respectivos revoques, exterior e interior.

Como protección del muro exterior, el arranque del mismo podrá realizarse en piedra de la zona elevado 60 cm y desde allí continuar con mampostería en BTC. Como protección del muro ante agua de lluvia, se debe prever un alero y revoques exteriores para evitar un mantenimiento continuo debido a la fragilidad del bloque por el lavado de agua de lluvia y desprotección de vientos.

Para aislación térmica, se propone paja suelta entalcada en CAL, para garantizar protección contra insectos. La paja puede disponerse suelta o prensada o usar fardos no mayores a 5cm de espesor. Cabe destacar que la misma materia prima, se encuentra en excedente en la localidad.

En cuanto a condensación, si bien el BTC absorbe y libera de acuerdo a las necesidades, es importante tener presente la renovación diaria de aire, dado que ello depende de la atención de ocupantes. En caso de posible omisión, se coloca una barrera de vapor en el muro interior, más caliente, materializada con una pintura asfáltica.

Como terminación exterior, se coloca un revoque hidrófugo compuesto por suelo cemento con aceite de lino para lograr impermeabilidad, fratachado con 3 mm de espesor y un revoque fino de barro dormido (1 mes o más) de tierra arcillosa, bosta, aceite de lino, engrudo y leche o caseína, de 1,2 mm.

Del lado interior, solo pintura blanca a la cal. La unión entre muros se realiza con anclajes de madera o metálicos evitando puentes térmicos.



d. Cubierta: Se plantea una cubierta plana verde para optimizar la aislación térmica de la vivienda y el almacenamiento de calor. La cubierta verde contribuye a reducir áreas de pavimentación, entendiendo que estas últimas no ayudan al escurrimiento de aguas de lluvia, mientras ayuda al comportamiento acústico hacia el interior amortiguando el ruido.

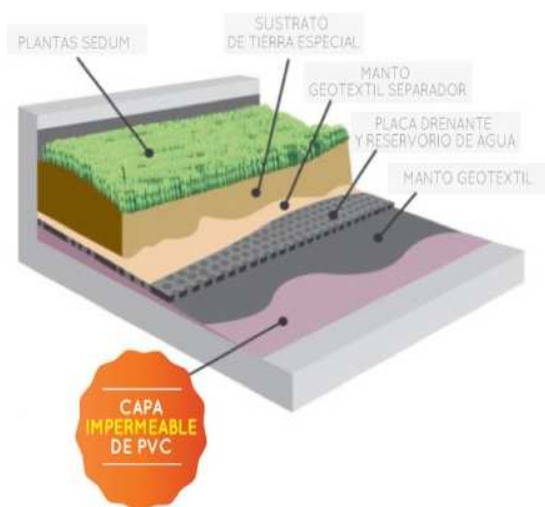
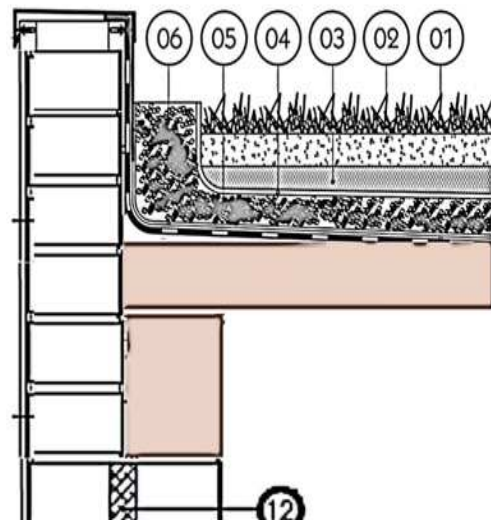
Se tiene en cuenta además que una cubierta verde produce oxígeno y absorbe CO₂, y también ayuda a filtrar partículas que se encuentran en aire, absorbiendo polvo o contaminación. La variación térmica entre día y noche se reduce en un alto porcentaje como así también disminuye la variación de humedad en el aire.

En cuanto a la vegetación elegida, se prevé que la misma no requiera mantenimiento, por lo que se adopta vegetación natural de la localidad de Tandil, un tipo de Sedum funcionaria muy bien.

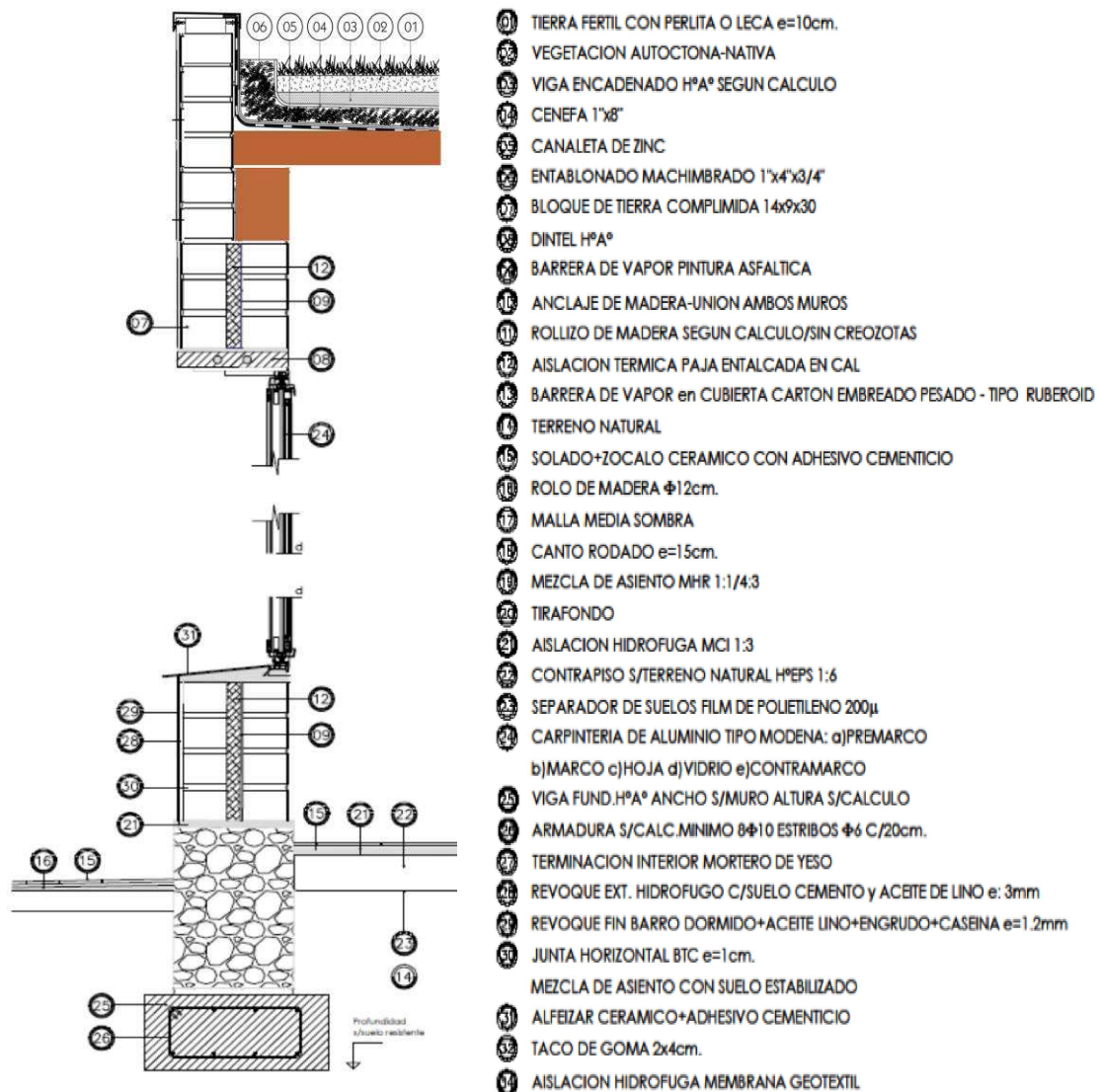
Las hierbas silvestres en el techo verde generan aromas agradables, son estéticos e influyen positivamente en el buen estado de ánimo y en la distensión de las personas. Una cubierta verde, es considerada, a largo plazo, más económica que las cubiertas convencionales.

Cubierta Plana Vegetal

- 01- Vegetacion
- 02- Tierra
- 03- Arena
- 04- Membrana Geotextil de Separacion
- 05- Leca o piedra
- 06- Membrana Geotextil de Retencion de Agua 4-6mm GRIS
- 07- Cupertina zingueria estancia
- 09-Membrana Anti raíz
- 10- Viga / Tirante e Madera Maciza



CORTE CONSTRUCTIVO INTEGRAL



NORMATIVAS Y ORDENANZAS

La construcción en tierra, asociada al norte del país como sistema tradicional regional y a la vivienda de escasos recursos, ha tomado protagonismo en los últimos años en términos de sustentabilidad y revalorización de tradiciones vernáculas. Investigadores y agentes en la gestión actual referidos al ámbito de la construcción con tierra, se encuentran en la búsqueda de certificación y normalización de materiales, sistemas y procesos constructivos, dieron por resultado su aplicación en varias provincias.

El diseño y la adopción de normas técnicas, reglamentos y códigos de edificación que contemplen distintas formas de construir con tierra cruda muestran la preocupación y la necesidad que están acompañando el fenómeno del renacimiento de la Arquitectura de Tierra a nivel global. Actualmente, algunos países han elaborado indicadores y recomendaciones referidas a la identificación de la tierra como materia prima, y a la elaboración y el control de componentes tales como adobe, BTC y tapial.

CONCLUSIONES

En ese contexto, se elaboraron normas técnicas regionales para construir con mampostería de adobe y tapial, aunque el código vigente no aprueba la construcción en tierra. Sería importante también orientar la innovación hacia un marco normativo que tenga en cuenta las fortalezas y particularidades que la investigación científica y tecnológica ha comprobado a partir del estudio de materiales y sistemas constructivos, en edificaciones tanto populares como oficiales y del ámbito privado, en diversas latitudes y climas.

Además de la importancia de contar con una normativa adecuada para la construcción de viviendas y edificios nuevos, la arquitectura patrimonial es otro de los campos que se vería beneficiado en cuanto a una legislación particular que colabore con su preservación, considerando el valor del patrimonio edificado en tierra, numeroso e importante en todo el mundo. La normalización ayudará a dar un marco conceptual y específico en función de garantizar estándares mínimos de seguridad y calidad en las construcciones de tierra, así como también permitir nuevos procesos de industrialización que favorezcan el empleo masivo de productos y procesos, y una justa valoración social de este material ancestro.

Un proyecto Sustentable, debe poder sostenerse no solo desde sus pautas en términos de Medio Ambiente sino económica y SOCIALMENTE...

BIBLIOGRAFIA

Díaz-Pines, Fernando; Jové Sandoval, Félix; Muñoz de la Calle, David; Pahino Rodríguez, Luis Antonio (2011) *Prototipo de vivienda sostenible construida con muros de Bloque de Tierra Comprimida (y una reflexión sobre la tectónica)*. En: Construcción con tierra. Tecnología y Arquitectura. Congresos de arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2010/2011 [online]. Cátedra Juan de Villanueva, Universidad de Valladolid, Valladolid.

http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2011/2011_9788469481073_p255-266_diaz.pdf

Evans, John Martin; de Schiller, Silvia (1986, 1988, 1994) *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*. Secretaría de Extensión Universitaria, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, Serie Ediciones Previa N°9, EUDEBA, Buenos Aires.

Patrone, Juan Carlos, y Rotondaro, Rodolfo (2005). *Transferencia tecnológica en construcción con tierra cruda*. CONICET-IAA, FADU UBA - CRIATIC / FAU UNT - PROTERRA / CYTED. Construcción con tierra /4 93. ISSN 1669-8932 / 2010.

CONICET - IAA / FADU UBA-CRIATIC / FAU UNT-PROTERRA / CYTED. Buenos Aires, Argentina

López de Sabando, Marcelo José. Recopilación: *Proyecto Territorial Mar y Sierra, EEA Balcarce, Centro Regional Buenos Aires Sur. Suelos de mar y sierra partido de Tandil*.

https://issuu.com/marcelosabando/docs/publicacion_de_suelos-tandil6

Manual de Bloques de Tierra Comprimida (2006) PDT, Programa de Desarrollo Tecnológico 16/15, Facultad de Arquitectura, Regional Norte, Salto.

Minke, Gernut (2010). *Techos verdes; Planificación, ejecución, consejos prácticos*. 2°ed. Montevideo. Fin de Siglo.

Soto; Barbero; Coviella; Stancanelli. *Catálogo de plantas para techos verdes*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, INTA.

http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_catlogo_de_plantas_para_techos_verdes.pdf

Construcción con Tierra, Publicación digital números 0 al 7, CIHE-SI-FADU-UBA, Buenos Aires.

Reconocimientos: El presente trabajo fue desarrollado en el seminario ‘Sustentabilidad de los Materiales de Construcción’, en el marco Programa FI, Formación en Investigación, de la Secretaría de Investigaciones, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, a cargo de la Doctoranda Arq. Susana Muhlmann y del Mgr. Arq. Juan Carlos Patrone, investigadores del Centro de Investigación Hábitat y Energía. Se agradece sus aportes en los lineamientos y dirección de este trabajo.
