

# ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL DE LA ESTRUCTURA SISMORRESISTENTE Y SU EFICIENCIA ESTRUCTURAL COMPARATIVAMENTE: PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

Arq. Gabriela F. Asis Ferri<sup>1</sup>, Arq. Laura C. Bellmann<sup>2</sup>, Arq. Nahuel Ghezan<sup>3</sup>

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

Universidad Nacional de Córdoba

Av. Haya de la Torre s/n. Ciudad Universitaria. Córdoba

0351-155724578 / 0351-157320504 / 0351-15398630

arqgabrielaasis@gmail.com; laurabellmann@outlook.com; arq.nahuelg@gmail.com

**Palabras claves:** estructura, huella de carbono, sismorresistencia, sustentabilidad.

## Resumen

Existen investigaciones realizadas en las cuales se han tabulado los diferentes componentes constructivos, su generación de huella de carbono y el impacto ambiental que los mismos producen, tanto en su proceso de extracción, transporte, puesta en obra y demolición. Existen también investigaciones, que derivan en normativas, donde se determina el comportamiento sísmico de diferentes sistemas estructurales. Se pretende determinar valores comparativos entre la eficiencia sísmica y la producción de huella de carbono entre sistemas estructurales convencionales y sistemas estructurales caracterizados como sustentables. La Huella de Carbono es el cálculo de la totalidad de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) emitidos, en este caso por la materialidad de los cerramientos exteriores y los sistemas estructurales. Con este cálculo se puede cuantificar el impacto sobre el cambio climático e identificar las posibilidades de reducción. Una vez obtenidos los resultados se podrán determinar requerimientos para conformar los sistemas estructurales teniendo en cuenta su eficiencia según la zona sísmica, y así tabular los valores de producción de huella de carbono de sus componentes.

Para poder obtener las conclusiones requeridas se relevaron diferentes viviendas bioconstruidas y sus sistemas estructurales para definir cuáles son los más utilizados en viviendas de una planta en la región de Córdoba. A partir de este relevamiento se construyeron modelos a escala del plano resistente vertical para poder ser sometido a una fuerza horizontal equivalente al sismo y así poder determinar su eficiencia estructural.

Dentro de investigaciones ya realizadas, y amplia bibliografía existente, se estudia la huella de carbono de los diferentes componentes que constituyen el sistema estructural.

El objetivo es el correcto diseño de sistemas estructurales que reduzcan la generación de gases de efecto invernadero sin perder sus requerimientos. Para evaluar la posibilidad de incorporar estos sistemas en la formación de grado.

Nos encontramos en el proceso de desarrollo de la investigación por lo cual aún poseemos conclusiones parciales e hipótesis sobre los resultados finales.

## 1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura en tierra es considerada, tanto por los materiales que la componen, como por la producción de los mismos, bio arquitectura y/o arquitectura sustentable.

Las técnicas de construcción en tierra utilizadas en la región de la provincia de Córdoba requieren una estructura independiente portante y resistente, por ser las más utilizadas las denominadas quinchas secas y quinchas húmedas. La técnica en sí requiere de una estructura portante del techo filar (columnas y vigas), que debe además ser correctamente rigidizada de manera de resistir las fuerzas sísmicas a las cuales estará sometida.

Por nuestros conocimientos de los sistemas estructurales, consideramos que las estructuras de hormigón armado no serían eficientes para trabajar en conjunto con los cerramientos de barro, debido a la diferencia de rigideces entre los materiales. Imaginamos que las estructuras de madera, al estar conformadas por materiales naturales, poseen comportamientos (o rigideces) similares a los cerramientos de barro. Como dice el Arq. Horacio Saleme “son una pareja que baila bien.”

Por otro lado buscamos establecer valores de eficiencia sísmica en estructuras conformadas por materiales con una baja huella de carbono.

Por estas dos razones, tanto el trabajo mancomunado, como la baja emisión de gases de efecto invernadero, es que consideramos las estructuras independientes de maderas las adecuadas para nuestra investigación (investigación en curso realizada por el equipo de investigación de la Cátedra de estructuras IIA de la FAUD-UNC).

La intención es obtener valores de deformación para establecer comparaciones de eficiencia estructural con las estructuras convencionales o utilizadas masivamente (hormigón armado, muros de mampostería encadenada).

Una vez obtenidos los resultados y sacadas las conclusiones, podremos determinar si los valores son suficientes para la zona sísmica, si hay que realizar algunos refuerzos y como podrían diseñarse. Esto nos permitirá también establecer una relación entre eficiencia estructural y generación de huella de carbono.

La arquitectura sustentable, es un modo de concebir el diseño arquitectónico buscando optimizar recursos naturales y sistemas de la edificación de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes.

“Los principios de la arquitectura sustentable incluyen:

La consideración de las condiciones climáticas, la hidrografía y los ecosistemas del entorno en que se construyen los edificios, para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto.

La eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primando los de bajo contenido energético frente a los de alto contenido energético.

La reducción del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos, cubriendo el resto de la demanda con fuentes de energía renovables.

La minimización del balance energético global de la edificación, abarcando las fases de diseño, construcción, utilización y final de su vida útil.

El cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.” (Wikipedia).

Se relevaron diferentes viviendas bioconstruidas y sus sistemas estructurales para determinar cuáles son los más utilizados en viviendas de una planta en la región de Córdoba. A partir de este relevamiento se definieron los componentes de los planos resistentes verticales, entendemos como plano resistente vertical a aquel elemento estructural capaz de recibir cargas y transmitir las al terreno, tanto cargas gravitatorias como cargas sísmicas. El relevamiento se realizó para construir modelos a escala que pudieran ser sometidos a una fuerza horizontal equivalente al sismo y así poder determinar su eficiencia estructural.

Una vez obtenidos los resultados se podrán determinar requerimientos mínimos para configurar sistemas estructurales teniendo en cuenta su eficiencia según la zona sísmica, y evaluar los valores de producción de huella de carbono de sus componentes. En esta primera etapa no se tuvieron en cuenta las rigidizaciones provistas por los cerramientos (envolvente quinchada, entramados, etc)

Como procedimiento de análisis se relevaron, en primera instancia, viviendas en barro construidas en la región serrana de la Provincia de Córdoba. Las viviendas relevadas son de

una planta, poseen comodidades de una vivienda para una familia tipo, buscando que las mismas sean viviendas sociales (poseen uno o dos dormitorios, un baño, cocina, estar comedor).

### 1.1. Relevamiento y análisis de obras

Tabla 1. Síntesis de obras

N	Nombre	Ubicación	Profesionales	Técnica utilizada	Estructura resistente
1	Casa Ezequiel	Anisacate	Estudio "hombre de barro" Arq. Christian Lico. Ignacio Serralonga.	Quincha húmeda	Rollizos de eucaliptus con vigas de arriostramiento . triangulación de nudos y de entramado de quincha.
2	Casa los Hipotalamos	Villa Berna	intile-rogers Arq. Intile, Roogers, Perez de Pedro.	Varias (quincha húmeda, quincha seca, adobes, fardos de cortadera)	ciprés triangulación de nudos
3	Casa Ipachi Naguan	Villa Giardino	"cooperativa" CreandoenbarrO. Arq. Laura Bellmann	Quincha húmeda	Rollizo de eucaliptus con nudos triangulados reforzados con planchuela
4	Casa Alejandro	Bialet Massé	"cooperativa" CreandoenbarrO. Arq. Laura Bellmann	Quincha húmeda	Rollizo de eucaliptus con nudos triangulados
5	Casa Pablo y Virginia	Cosquin	Autoconstrucción	Varias (quincha húmeda, cob, ladrillos sin cocer)	Rollizo de eucaliptus con nudos triangulados

### 1.2. Casa Ezequiel

Ubicación: Anisacate. Departamento Santa María. Valle de Paravachasca. Provincia de Córdoba.

Anisacate es una localidad situada a 10 km al sur de la Ciudad de Alta Gracia y a 47 km de la Ciudad de Córdoba. Se ubica en zona sísmica 1.

La vivienda relevada es una vivienda en planta baja compuesta por un estar, cocina-comedor, baño, dos dormitorios y cochera semi cubierta. La superficie cubierta total es de 70 m<sup>2</sup> cubiertos y 56 m<sup>2</sup> semi cubiertos incluyendo aleros para la protección de la pared de barro. (Figura 1)

El techo vivo tiene el cielorraso de machimbre de pino de 1", una barrera mecánica de membrana poliuretánica tipo "isolant", membrana hidrófuga geomembrana polietileno de

alta resistencia, tierra vegetal y gramíneas.

La estructura portante está conformada por rollizos de madera de eucaliptus, siendo las columnas de diámetro 16 se encuentran ubicadas a un promedio de 2m de separación entre ellas. Las vigas de rollizo de eucaliptus 15 de doble sección cubriendo una luz máxima de 4 m y diámetro 15 donde cubre luces menores. Rodeando todo el perímetro de la vivienda se colocaron una viga collar, viga de arriostamiento o viga de encadenado de eucaliptus de 13-15 vinculando en la parte superior y arriba del sobrecimiento las columnas y, a su vez, se encuentran enmarcando las aberturas. Al tener una geometría orgánica, las columnas son "arriostradas" en diferentes direcciones. En el encuentro entre algunas vigas y columnas se realiza una triangulación con un rollizo de menor diámetro a 45°.

Los cerramientos fueron realizados mediante la técnica quincha o bahareque que consiste en un entramado relleno de paja embarrada. La estructura sismorresistente se propone con la diagonalización de los costaneros de pino que conforman el entramado de la quincha. Estos van clavados de columna a columna a un ángulo aproximado de 45° en cada cara (interior, exterior) con pendiente opuesta.

Los cabios son de madera de eucaliptus canteados diámetro 10 cada 50 cm cubriendo luces máximas de 4 m. (figura 1)



Figura 1. Casa Ezequiel

### 1.3. Refugio los hipotálamos

Ubicación: Villa Berna. Departamento de Calamuchita. Valle de Calamuchita. Provincia de Córdoba.

Es una población ubicada a 111 km de la Ciudad de Córdoba, en el camino entre Villa General Belgrano y La Cumbrecita.

La estructura de techo está conformado por una estructura de techo hogán de vigas de madera laminada de sección rectangular de 3"x8" y los últimos dos escalones de 2"x8", van rotando a 1/3 respecto a la otra y la cubierta es un techo vivo, dejando en la parte superior del techo una claraboya para el ingreso de luz.

La estructura portante y resistente es de ciprés de árboles caídos en la zona y aserrados en la zona de 6" x 6".

Cada muro de cerramiento se propuso con una técnica de bioconstrucción diferente siendo el muro norte de quincha húmeda, el muro sud oeste de quincha seca, el muro oeste de bahareque, el muro este y los muros interiores de baño y salamandra son de ladrillos de adobe y el muro sur de doble fardos de cortadera.

### 1.4. Casa Hernán

Ubicación: Villa Giardino. Departamento de Punilla. Provincia de Córdoba.

Es una población ubicada a 75 km de la Ciudad de Córdoba, entre La Falda y La Cumbre.

La vivienda está compuesta por un hall de ingreso/escritorio, una cocina, comedor, estar, un depósito, un dormitorio y un baño. Tiene una superficie cubierta de 80 m<sup>2</sup> y semi cubierta de

29 m<sup>2</sup> incluyendo los aleros que rodean toda la construcción. (Figura 2).

La cubierta se conforma por machimbre de ¾" clavados a cabios, una membrana corta vapor tipo "wichi", una lona de publicidad reciclada como aislación hidrófuga, tierra vegetal y gramínea.

La estructura portante está conformada por columnas de rollizos de eucaliptus de diámetro 18-24 cm (aproximadamente cada 3 mts) y vigas de rollizos de eucaliptus de diámetro 18-24 cm, cubriendo una luz máxima de 4 m de longitud. Sobre las vigas se ubican cabios o tijeras de rollizos de eucaliptus diámetro 12-15 cm cada 50 cm. En la dirección opuesta a la dirección de carga rollizos de eucaliptus diámetro 12-15 cm se encuentran vinculando la parte superior de las columnas. La estructura resistente se conforma diagonalizando los nudos de encuentro entre columnas y vigas y entre columnas y vigas de arriostramiento. Se refuerzan estos vínculos con planchuelas metálicas y tirafondos.



Figura 2. Casa Hernán

### 1.5. Casa Alejandro

Ubicación: Biale Massé. Departamento de Punilla. Provincia de Córdoba.

Es una población ubicada a 44 km de la Ciudad de Córdoba.

La vivienda posee un dormitorio, estar comedor, cocina y un baño sumando unos 60 m<sup>2</sup> cubiertos y 80 m<sup>2</sup> en total. La cubierta es un techo vivo sobre caña y listones, barrera de vapor, silo bolsa, tierra negra y gramíneas. (Figura 3)

La estructura está conformada por rollizos de eucaliptus de madera de diámetros 15-18. Los encuentros entre vigas y columnas están triangulados con un rollizo de eucaliptus de 8-10 cm de diámetro. Los cabios de rollizos de eucaliptos se encuentran separados cada 50 cm y triangulados en los nudos de encuentro entre vigas de carga y arriostramiento. Las vinculaciones se encuentran clavadas y sunchadas con alambre.

Los cerramientos son de quincha húmeda realizada con ramas de poda rellena con paja brava reciclada embebida en arcilla.



Figura 3. Casa Alejandro

### 1.6 Casa Pablo y Virginia

Ubicación: Cosquín. Departamento de Punilla. Provincia de Córdoba.



Es una población ubicada a 59 km de la Ciudad de Córdoba.

La planta de la vivienda es octogonal. Posee un agregado en uno de los lados que contiene el baño. Tiene una habitación, un escritorio, cocina, estar comedor y galería.

Aproximadamente la superficie cubierta es de 80m<sup>2</sup> y unos 20m<sup>2</sup> semicubiertos entre aleros y galería. (Figura 4)

La estructura está conformada por rollizos de eucaliptus de diámetro 15-18 con triangulaciones en los nudos.

Los cerramientos están conformados por quincha húmeda, ladrillos comunes sin coser.



Figura 4. Casa Pablo y Virginia

## 2. ANÁLISIS DE LA HUELLA DE CARBONO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Los planos resistentes verticales considerados como “sustentables” son construidos mayoritariamente con madera de eucaliptus provenientes de bosques reforestados siendo “las plantaciones forestales capturan dióxido de carbono, favoreciendo la mitigación del efecto invernadero” (GARCIA, M. 2010) con lo cual favorecen de manera positiva en cuanto a la huella de carbono. Debe considerarse en la generación de huella de carbono toda la cadena productiva del elemento (energía que se consume para producirlos y colocarlos en obra). “Conceptos como *huella de carbono*, vienen a indicar a los consumidores cuanta energía y liberación de gases del efecto invernadero que se liberan durante la producción, transporte y empleo final de los productos” (SANCHEZ ACOSTA, Martín 2012).

Influyen positivamente en su tabulación de huella de carbono el hecho que reduce la emisión de dióxido de carbono, como mencionamos antes, con lo que en su producción podemos considerar que es un producto de “carbono positivo” o al menos “carbono neutrales”. También influye positivamente el hecho de que es un material reciclable, mientras se lo proteja de las inclemencias del tiempo podría ser re utilizado una vez acabada la vida útil de la obra de arquitectura en la cual fue utilizado. Otro aspecto es el carbono retenido en la madera “se transforman en “sumideros de carbono” de mayor duración en el tiempo” (SANCHEZ ACOSTA, Martín 2012).

En los casos relevados, que son en general como se están desarrollando las estructuras de viviendas de barro en la región de las sierras de Córdoba, el producto es utilizado sin manufacturación, directamente como es extraído de su forestación ya que se utilizan los rollizos sin aserrar, la mayor manufacturación sería el “canteado” de los elementos que puedan requerir una cara plana.

Como impacto negativo en la generación de huella de carbono deberemos considerar el transporte del producto ya que proviene de la región de la Mesopotamia o Litoral siendo los rollizos transportados en camiones. El mercado ya se encuentra instalado en la región por lo que para cada obra se lo obtiene directamente de un comercio local (el cual ya realizó el traslado previamente).

También puede considerarse un material sustentable en cuanto a la economía ya que genera fuentes de trabajo en la región donde se encuentra la plantación.

Tabla 2- Resumen energético y emisión de CO<sub>2</sub> en la madera <sup>1</sup>

MATERIAL	CONSUMO ENERGÉTICO TOTAL (MJ/ton)	EMISIÓN DE CO <sub>2</sub> TOTAL (ton CO <sub>2</sub> /ton)
MADERA	500	-----

Tabla 3 – Datos de referencia de consumo energético y emisiones por transporte (aplicada de tabla <sup>1</sup>)

DESTINO	unidad	coeficiente	resultado
LITORAL	Kg CO <sub>2</sub> / km	1,100	0.36
MESOPOTAMIA	Kg CO <sub>2</sub> / km	1,100	1.0

<sup>1</sup>-“Determinación de propiedades físicas y, estimación del consumo energético en la producción, de acero, concreto, vidrio, ladrillo y otros materiales, entre ellos los alternativos y otros de uso no tradicional, utilizados en la construcción de edificaciones colombianas” Informe final. Ecoingeniería. 2012

### 3. LA EFICIENCIA ESTRUCTURAL

Se entiende eficiencia como la relación entre los resultados obtenidos y los medios empleados. Para cada organización estructural puede existir un óptimo, pero alrededor del mismo suele encontrarse un entorno de soluciones de similar eficiencia cuando se tiene en cuenta las demás variables. Es entonces a través de la introducción del concepto de eficiencia estructural y de herramientas adecuadas a tal fin, lo que permitirá diseñar estructuras para cuya materialización habrá que hacer uso de una menor cantidad de recursos, lo que sin duda, tiene su correlato ambiental.

El profesional Arquitecto, durante su ejercicio profesional utiliza conocimientos, procedimientos y tecnologías que transforman constantemente el medioambiente, especialmente el urbano y suburbano, que además de ser uno de los más contaminantes y desestabilizadores del medio natural, se encuentra en franca expansión. Es importante entonces que sepa identificar los impactos ambientales que produce su accionar.

En lo que respecta a la enseñanza del diseño estructural poner énfasis en el concepto de eficiencia permitirá diseñar y materializar estructuras que aun usando materiales tradicionales se logre un uso más racional de los mismos.

Todo esto orientado a atender el mejoramiento de las capacidades de futuros profesionales que pueden llegar a cumplir una función esencial en las decisiones y actividades relacionadas con el medio ambiente, teniendo en cuenta su efecto multiplicador y su rápida incidencia en la toma de decisiones. De esta manera, lograr que puedan comprender cabalmente las consecuencias de sus actuaciones sobre la situación ambiental de cada contexto y del planeta en su conjunto (Novo, M., 2003).

### 4. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Una vez relevadas las viviendas se determinó, que el plano resistente vertical a analizar debía ser de rollizos de eucaliptus, por ser el material más utilizado en la región y por ser un material con baja huella de carbono, tanto por ser madera de reforestación, como por su baja industrialización (al no ser aserrado). El único factor que en este caso influye negativamente en la emisión de gases de efecto invernadero es el transporte, considerando como positivo que es un material que ya se encuentra en el mercado local en abundancia. Se consideraron los apoyos articulados ya que, sea cual sea el sistema de fundación utilizado, al vincularse la madera con otro material el vínculo no es empotrado. En todos los

casos relevados se utilizan los rollizos (diámetro 15-18) como vigas y como columnas y existe algún tipo de rigidización del nudo de encuentro entre estos elementos. Se encontraron diagonalizaciones con cruces de San Andrés de alambre, rigidizaciones con madera encastrada y clavada, rigidizaciones con madera apoyada y reforzada con planchuela y se agrega un tipo de rigidización no relevado, pero que se considera pertinente analizar, que es la diagonal generada con una varilla roscada. Todos los planos tienen la misma altura, el mismo diámetro y la misma longitud de manera de obtener valores comparativos.

Para el montaje de los planos resistentes verticales se utilizó el espacio físico del patio de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Córdoba. El equipo de trabajo del grupo de investigación fue el encargado del montaje de los planos. Cada viga fue calada en un ancho suficiente de manera que encastrase con la columna y vinculada a la misma mediante clavos.

Para analizar y tabular el comportamiento sísmico se aplica una fuerza de igual magnitud y se miden los desplazamientos hasta el colapso del plano.

#### 4.1. Dispositivos para el ensayo

Para el ensayo de los planos resistentes verticales se diseñó un dispositivo conformado por caños metálicos. (Figura 5) El plano se montó sobre el mismo vinculado a dos planchuelas metálicas para evitar el desplazamiento del plano completo y así poder aplicarla fuerza y medir los desplazamientos de la posición del nudo superior comparando su posición inicial con su posición final. (Figura 6).



Figura 5. Dispositivo



Figura 6. Plano montado para ensayo



## 5. CONCLUSIONES

En este momento nos encontramos en el proceso de ensayo de los modelos a escala de los planos resistentes verticales. Hemos construido las tipologías y debemos ensayarlas. Esperamos para el día del Congreso poder compartir más resultados.

Luego de ensayarlos tendremos los resultados de su eficiencia estructural para poder ser comparados con la eficiencia estructural de sistemas estructurales convencionales.

En cuanto a la huella de carbono debemos profundizar el análisis para especificar valores tanto en las estructuras convencionales como en las catalogadas como sustentables para poder realizar un análisis comparativo.

El objetivo es el correcto diseño de sistemas estructurales que reduzcan la generación de gases de efecto invernadero sin perder sus requerimientos necesarios según la zona sísmica. Para evaluar la posibilidad de incorporar estos sistemas en la formación de grado.

Creemos necesaria este tipo de prácticas tanto para la construcción eficiente de obras con sistemas no convencionales como para la ampliación en la currícula de Arquitectura, incentivando a los alumnos desde el inicio de la carrera a la búsqueda responsable de soluciones constructivas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al equipo de Investigación que con su compromiso alientan este tipo de trabajos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ecoingeniería (2012). Determinación de propiedades físicas y, estimación del consumo energético en la producción, de acero, concreto, vidrio, ladrillo y otros materiales, entre ellos los alternativos y otros de uso no tradicional, utilizados en la construcción de edificaciones colombianas” Informe final. Recuperado de: [www.si3ea.gov.co](http://www.si3ea.gov.co)
- Garcia, J. N. (1995). Técnicas de desdoble de eucalipto. San Pablo.Brasil.
- Ing. Roberto Morales Morales, Dr. Rafael Torres Cabrejos, Ing. Luis A. Rengifo e Ing. Carlos Irala Candiotti. (2015). Manual para la construcción de viviendas de adobe. Guatemala. Óptima.
- Minke, Gernot (2001). Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. Kassel, Alemania.
- Nicastro, Osvaldo Raúl (2010). Tecnología constructiva de tierra cruda. Una experiencia regional. Jujuy. Apóstrofe.
- Novo, M. (2003) (2016). La Educación Ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas. Madrid. Universitas. Recuperado de: [www.repositorio.unt.edu.ar](http://www.repositorio.unt.edu.ar).
- Oshiro Higa, Fernando Vivienda económica con adobe estabilizado Recuperado de: <http://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/Arquitectura/Construccion%20de%20vivienda%20economica%20con%20adobe%20estabilizado.pdf>
- Reglamentos CIRSOC, en especial 201/2006, 103 Parte III/1986, y 601/2015.
- Romero Zaballos, Gilberto (2008). Construyendo viviendas con quincha mejorada. Tecnología de mitigación de riesgos. Lima. Predes.
- San Bartolomé, Ángel; Quiun, Daniel; Silva, Wilson. (2011). Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería. Lima. Fondo.
- Sánchez Acosta, Martín Miguel. Directores: Acuña Rello, Luis, Diez Barra, Modesto Rafael y Piter, Juan Carlos (2012). Caracterización de la madera del Nuevo híbrido, su aptitud de usos en la Argentina. Tesis doctoral Universidad de Valladolid. Recuperado de: <http://uvadoc.uva.es>.

- Terán Navarro, Arturo; Gramajo, Patricia; Méndez Muñoz, José; Arias, Lucía; Alderete, Carlos; Magariños, Oscar (2016) Ambientalización del diseño estructural. Recuperado de: [www.repositorio.unt.edu.ar](http://www.repositorio.unt.edu.ar).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) Recuperado de: [http://unfccc.int/2860.php2010 to 2015 government policy: climate change international action](http://unfccc.int/2860.php2010%20to%202015%20government%20policy%20climate%20change%20international%20action)
- Zabalza Brigian I. (2009). Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification, Building and environment, 44, 2510 – 2520.

## **AUTORES**

<sup>1</sup> Gabriela Fernanda Asís Ferri. Arquitecta recibida en 2009 de la F.A.U.D. U.N.C. Especialista en Tecnologías Multimedia para Proyectos Educativos. Profesora Adjunta y Docente en las Cátedras de Estructuras. Investigadora categoría 5: desarrollando una investigación sobre estructuras sustentables. Desarrollo profesional en cálculos estructurales.

<sup>2</sup> Laura Carolina Bellmann. Arquitecta recibida en 2009 de la F.A.U.D. U.N.C. Docente en las Cátedras de Estructuras. Investigadora categoría 5: desarrollando una investigación sobre estructuras sustentables. Co creadora y desarrollo profesional dentro de la cooperativa en formación “CreandoenbarrO”. Realizó varios cursos de formación en sustentabilidad.

<sup>3</sup> Nahuel Ghezan. Arquitecto recibido en 2010 de la F.A.U.D. U.N.C. Docente en varias Cátedras de Estructuras. Investigador desde 2014 y actualmente desarrollando una investigación sobre estructuras sustentables. Diseñador independiente de proyectos de arquitectura con orientación en construcción natural.