

Promoting bioconstruction as an efficient and sustainable alternative

Moretti Antonio, Ing.¹, Soldatti María, Ing.², Parente Jorge, Ing.³, Aresta Marco, Mg.Arq.⁴, Prego Sergio, Ing.⁵, y Odobez Norberto, Ing.⁶

^{1,2,3,5,6} Centro de Energía y Ambiente, Facultad Regional Delta, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina,

morettia@frd.utn.edu.ar,

soldattm@frd.utn.edu.ar, parentej@frd.utn.edu.ar, sprego@frd.utn.edu.ar,

odobezn@frd.utn.edu.ar; ⁴Mg. Arq. Marco Aresta & Arq. Fábio Mendes, Argentina, debarroarquitectura@gmail.com

Abstract – This work aims to show bioconstruction with different constructive alternatives. It is done by going through various cases, in which several of the members of this work participated. They show different construction techniques such as: adobe, quincha, pallets with bottles, direct modeling and superadobe. In addition, it seeks to disseminate it, since it is an alternative for the reduction of greenhouse gases, among other things because the materials do not travel or have minimal transport since they are mostly local and the energy to obtain them is less than in traditional construction. The use of natural or recycled materials, in addition to being able to be reused, provide a habitat with thermal comfort,

In conclusion, we can say that these types of constructions can be carried out in different regions, using their native and nearby natural resources, they can also be applied to different social classes, for self-construction, different applications of use.

Keywords - Bioconstruction, Sustainable, Efficiency, Materials.

Impulsando la bioconstrucción como una alternativa eficiente y sostenible

Moretti Antonio, Ing.¹, Soldatti María, Ing.², Parente Jorge, Ing.³, Aresta Marco, Mg.Arq.⁴, Prego Sergio, Ing.⁵, y Odobez Norberto, Ing.⁶

^{1,2,3,5,6} Centro de Energía y Ambiente, Facultad Regional Delta, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina,

morettia@frd.utn.edu.ar,

soldattm@frd.utn.edu.ar, parentej@frd.utn.edu.ar, sprego@frd.utn.edu.ar,

odobezn@frd.utn.edu.ar; ⁴Mg. Arq. Marco Aresta & Arq. Fábio Mendes, Argentina, debarroarquitectura@gmail.com

Resumen – Este trabajo tiene como objetivo mostrar la bioconstrucción con diferentes alternativas constructivas. Se lo hace recorriendo diversos casos, en los cuales participaron varios de los integrantes de este trabajo. En ellos se muestran diferentes técnicas constructivas como: adobe, quincha, pallets con botellas, modelado directo y superadobe. Además, busca difundir la misma, ya que es una alternativa para la reducción de los gases de efecto invernadero, entre otras cosas porque los materiales no viajan o tienen un mínimo transporte ya que son mayoritariamente locales y la energía de obtención de los mismos es menor que en la construcción tradicional. El uso de materiales naturales o reciclados, además de poder ser reutilizados, proporcionan un hábitat con confort térmico, permitiendo reducir el gasto en energía para calefacción y refrigeración.

Como conclusión podemos decir que estos tipos de construcciones pueden ser realizadas en distintas regiones, usando sus recursos naturales autóctonos y cercanos, también pueden ser aplicadas a diferentes extractos sociales, para la autoconstrucción y diferentes aplicaciones de uso.

Palabras Claves - Bioconstrucción, Sustentable, Eficiencia, Materiales.

I. INTRODUCCIÓN

El calentamiento global y la emergencia climática que estamos viviendo es un hecho que hoy en día es imposible negar, está alterando las economías nacionales y afectando a distintas vidas.

Las últimas tendencias globales en el consumo de energía y las emisiones de carbono relacionadas a su producción en el sector de los edificios y de la construcción son variadas, con aumentos en el uso de energía, pero con un crecimiento menor de las emisiones relacionadas con la producción de dicha energía.

La importancia del sector constructivo nos da idea de los esfuerzos que debemos llevar a cabo para conseguir avanzar hacia un modelo de construcción que no derroche energía, recursos naturales y, a su vez, no sobrecargue nuestros rellenos sanitarios con residuos de construcción y demolición, en definitiva, un modelo de construcción sostenible.

El sector de la construcción es el que consume el 50 % de los recursos mundiales y la generación de energía y residuos de los edificios son los encargados de emitir más CO₂ a la atmósfera” [1].

En la actualidad, el uso masivo de materiales de carácter global como el cemento, el aluminio, el hormigón, el PVC,

etc., ha causado un incremento notable en los costos energéticos y ambientales.

El sector de los edificios y de la construcción tiene la mayor participación tanto en el uso de energía como de las emisiones asociadas a la producción de energía, incluso si se excluyera el uso de energía relacionada con el transporte de los materiales de construcción a los sitios de construcción.

Por otro lado, los ladrillos cerámicos convencionales son una fuente de contaminación debido no solo a los materiales que se necesitan para su producción sino por la energía que se requiere durante fabricación. “De los dos mil millones de toneladas de emisiones de CO₂ creadas cada año por la producción de cemento, la mitad provienen de combustibles fósiles quemados como fuente de energía para los hornos. La energía utilizada para hornear una tonelada de cemento podría abastecer a un hogar estadounidense promedio durante más de un mes [2].

La acción para detener el cambio climático implica actuar en el sector de la edificación implantando urgentemente principios de la construcción sostenible, entre los cuales está la implantación de nuevos materiales que no dañen al medio ambiente.

La reducción del uso de agentes contaminantes en la producción y durante el ciclo de vida de los materiales constructivos ayuda a reducir las emisiones de CO₂, tal y como se busca con el objetivo 13 (acción por el clima) de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), que propone la sustitución de combustibles fósiles por soluciones sostenibles, como es el caso de los materiales a analizar en este trabajo.

Además, como consecuencia de este cambio el ecosistema se ve afectado de manera positiva no solo parando su destrucción si no que planteando soluciones que con el tiempo pueden rehabilitar los daños causados, haciendo posible el objetivo ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres).

Con el paso del tiempo se ha observado que el consumo descontrolado de recursos naturales en la construcción tiene una gran repercusión en la crisis ambiental. Por este motivo, actualmente existe la necesidad de pensar en una arquitectura sostenible en los ámbitos social, económico y ambiental.

Entre sus enunciados está la preferencia por insumos cuyo ciclo de vida represente un menor impacto al ambiente, es ahí donde se destacan los materiales naturales [3].

Cabe recordar, además que, tras la firma del Acuerdo de París en 2015, existe un compromiso por parte de los países en desarrollo para fortalecer sus esfuerzos en la reducción de

emisiones adoptando medidas de acuerdo con sus circunstancias [4].

Para estos países en desarrollo, centrarse en la construcción alternativa posibilita una aportación importante para mitigar la crisis que se enfrenta, y la bioconstrucción ofrece ese escenario.

Dentro de los principios de la permacultura en el ámbito de la construcción están el uso de materiales naturales (como tierra, paja, cal, piedra, bambú) y la autoconstrucción de edificaciones, como una toma de poder de las personas sobre la construcción de sus hogares usando materiales y tecnología accesible [5].

La bioconstrucción implica una manera de construir de forma consciente y respetuosa con los seres vivos, considerando el cuidado del planeta en toda gestión, a decir: a) gestión del suelo, b) gestión del agua, c) gestión del aire, d) gestión de la energía, y e) consumo y desarrollo local [6].

Los instrumentos normativos sobre construcción con tierra [7], que derivan en ordenanzas a nivel local y que repercuten sobre los códigos de edificación, es vital para impulsar el desarrollo de este tipo de construcciones. En Argentina si bien hay, no serían suficientes para su despegue. Por eso la necesidad de la difusión a todos los niveles de estas construcciones.

II. CASOS PRESENTADOS

En este apartado se presentan los tipos de construcciones analizadas con sus características y componentes constructivos.

A. Bioconstrucción híbrida en Campana.

Esta bioconstrucción híbrida, consta de una estructura tradicional, con columnas y vigas de cemento e hierro, en un primer piso, luego las paredes tanto externas como internas, están hechas con una técnica mixta entre quincha y modelado directo. Para la quincha se utilizaron pallets de 2,60 m. de largo por 2,20 m, de alto, donde su cavidad interna permitió introducir los ecoladrillos realizados con botellas plásticas de 1,5 litros y rellenas con material inerte triturado manualmente, quedando los pallets y las botellas en el medio, con un revoque interno y externo de adobe lográndose un espesor total de las paredes de 35 cm. Ver Fig. 1

Otro tipo de pared fue realizada con los mismos pallets, pero en su interior se colocaron ladrillos de adobe que, para ahorrar tiempo, se construyeron con anterioridad, construidos con una mezcla de 3 partes de arcilla, 1 parte de arena, y 4 partes de paja en volumen. Otra pared fue realizada por medio del modelado directo, principalmente las internas, utilizando los mismos componentes de los adobes. Ver Fig. 2 lado derecho.

El techo fue construido de forma tradicional de la siguiente manera: chapa galvanizada C25 ondulada, espesor

0,5mm. con aislación de poliestireno de 10 cm. de espesor, lámina antihumedad, membrana aislante de polietileno de 5 mm. y láminas de madera de 12 mm. por debajo. Con respecto al piso: El piso interior será un piso flotante realizado con pallets que proporcionan una capa de aire de 9 cm. y espesor de base y tránsito de 1,5 cm., el cual está ubicado por sobre el piso de hormigón. Con respecto a las aberturas: Las ventanas utilizadas son de madera con celosías de cerramiento y ventanas con doble vidrio hermético (VDH) con cámaras de aire del tipo 3 x 12 x 3mm. [8]. Ver Fig. 2.



Fig. 1 Estructura de pallets con botellas y pallets para piso



Fig. 2 Pared interna modelado directo, foto izquierda; Adobes y ventanas, foto derecha.

B. Bioconstrucción híbrida en México

Esta bioconstrucción híbrida, ubicada en Querétaro México fue solicitada por el embajador mexicano de los Premios Latinoamérica Verde, Ing. Eduardo García, se llevó a cabo en 9 semanas, desde fines de setiembre a fines de noviembre del 2021.

Con los cimientos tradicionales de hierro y cemento, además de las columnas, las vigas y las losas, se levantaron paredes externas con la técnica de superadobes, ver Fig. 3 derecha, una mezcla de tierra 93 % y cemento 7 %, en bolsas plásticas de panadería, de 52 cm de largo, 33 cm de ancho, y 10 cm de alto, y los muros internos con adobes de 2 dimensiones, ambos con proporciones de geometría sagrada, los más chicos con 8 cm de alto, 13 cm de ancho, 21 cm de largo, y los más grandes con 13 cm de alto, 21 cm de ancho, y 34 cm de largo, como se puede apreciar, 3 números consecutivos en la serie de Fibonacci, dando como coeficiente el número de oro tendiendo a 1,618.

En los adobes, se utilizó una mezcla con las siguientes proporciones y materiales, arcilla del lugar en 3 partes, arena en 2 partes, agua con mucilago de nopal del lugar estacionado 7 días de putrefacción, y paja del lugar. Ver Fig. 3 izquierda.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Se levantaron los muros externos e internos dejando para cerrar, las columnas y vigas, que se cemento cuando se llegó a la altura de 2,70 m.

Las ventanas fueron hechas con madera y con doble vidrioado hermético, acorde a la idea de hacer la aislación térmica y acústica, y los revoques se realizaron en una proporción 1/3 arena, 1/3 arcilla y 1/3 cal apagada, con agua con nopal estacionada durante 7 días como mínimo. Ver Fig.4.



Fig. 3 Preparación de adobes, foto izquierda y Superadobes en bolsas, foto derecha.



Fig. 4 Vista de pared con superadobes en bolsas, columna de cemento, y pared con revoque grueso.

C. Bioconstrucción y materiales inertes en Zarate

Esta bioconstrucción, realizada con materiales naturales, y desechos inertes como ecoladrillos, es un centro holístico, donde dictan actividades de yoga, meditación entre otros. Se realizó el levantamiento de paredes con la técnica de modelado directo durante el curso que se dictó sobre

bioconstrucción, y luego los dueños siguieron y terminaron la bioconstrucción, pues el curso generó las directivas a tener en cuenta en este tipo de bio-edificaciones.

Se buscó reforzar la idea de base circular, de 9 m de diámetro, con paredes de 45 cm de espesor al norte y 50 cm de espesor al sur, con muchas ventanas de doble vidrioado hermético, desde el este, norte y oeste, y una pequeña ventana al sur, para generar ventilación cruzada. Ver Fig. 5 y 6.



Fig. 5 Levantamiento de paredes con modelado directo y ecoladrillos intercalados.



Fig. 6 Espacio terminado

D. Bioconstrucción en Chubut

La morfología deriva de las exigencias de la Arquitectura Biológica [9] con la incorporación de:

1. El diseño Bioclimático para la eficiencia del diseño pasivo y la conquista de un ahorro energético.
2. La utilización de eco-tecnologías para la eficiencia del diseño activo, como es el ejemplo de la estufa de masa o del "lecho de piedras".
3. La incorporación en el proyecto de patrones vitales y proporciones aritméticas, geométricas y armónicas presentes en la naturaleza junto con entidades simbólicas (Geometría Sensible).
4. La utilización de materiales naturales y sanos.
5. La incorporación de identidad asociada al gusto del propietario y a sus tendencias personales.

El proyecto asume su morfología por la fuerte influencia del clima que exige una forma compacta protegida de las condiciones climáticas con el mínimo de pérdidas de energía para el exterior, pero también por la distribución del programa arquitectónico de forma uniforme y simétrica.

La planta de la vivienda y su morfología tridimensional está compuesta de cuatro núcleos que corresponden física y funcionalmente a una distribución homogénea del programa sugerido: 1- núcleo de la cocina y comedor; 2- núcleo de ocio con la sala de estar y la sala de meditar; 3- núcleo de descanso con la habitación y baño en suite de la pareja; 4- núcleo de descanso con las dos habitaciones y lugar lúdico de las hijas.

La planta está constituida de 4 círculos que simbolizan los 4 caminos iniciáticos de los druidas.

A su vez tiene 3 círculos que corresponden a: 1-áreas exteriores (galerías e invernadero); 2- a los centros de los 4 círculos de la planta; 3- a un techo central Hogan que esta como elemento distribuidor. Ver Fig. 7 foto izquierda.

Esta geometría de círculos tiene su analogía simbólica a la caverna y los 3 círculos son los 3 nacimientos de los procesos iniciáticos, arquetipo de la humanidad. La caverna rodeada de tierra y constituida de tierra (áridos y arcilla) [10].

Los muros exteriores fueron realizados con la técnica de adobe con traba de pared hueca de 35cm. Ver Fig. 7, Foto derecha.

El espesor final de los muros es de 40cm. aproximadamente.

Esta técnica permite rellenar la cámara de aire de su interior con arena volcánica derivando en una técnica portante y con alto contenido de aislación térmica.

Los muros llevan una hilada de pared colocada a “tizón” cada 5 hiladas para refuerzo.

Los muros tienen un encadenado llegando a la altura máxima de 2,5m. Los muros de adobe apoyan en un sobrecimiento hecho con ladrillos (altura aproximada de 15cm) pintados con un hidrófugo hasta el nivel de piso terminado.

En la Fig. 8 se observa la construcción terminada.



Fig. 7 Espacio central. Distribuidor de la vivienda con el techo Hogan, foto izquierda y Pared de Adobe con “traba hueca” foto derecha.



Fig.8 La casa en el Hoyo, Chubut, Argentina

III. ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO APORTES

En este apartado se describen los aportes que estas construcciones realizan en diferentes aspectos como son; el confort, el energético, lo climático y lo sustentable.

A. Bioconstrucción híbrida en Campana.

A este trabajo de construcción híbrida se lo sometió a dos verificaciones, según Norma IRAM y el programa de simulación eQuest.

Además, primariamente esta misma construcción, pero hecha de materiales tradicionales.

De la aplicación de Norma IRAM 11604, por la que se determinan las pérdidas volumétricas globales, (G volumétrico), para una superficie de 50 m², con un volumen de 158 m³ se obtuvo para la construcción híbrida un valor de 1,52; para la construcción tradicional un valor de 1,99 siendo el admisible 2,02.

De la aplicación de norma IRAM 11900, que nos determina una clase de eficiencia energética de calefacción para edificios, se obtuvieron los siguientes resultados: para la casa de construcción híbrida τ_m (siendo τ_m la variación media ponderada de la temperatura, entre la superficie interior de la envolvente y la temperatura interior de diseño en °C) un valor de $\tau_m = 1,59$ °C lo que deriva en una clasificación “C”.

Para la construcción tradicional $\tau_m = 2,74$ °C lo que la califica con “E”.

De la aplicación del “Etiquetado de Eficiencia Energética de Viviendas” donde se establece la Clase de Eficiencia Energética, (escala de letras, desde la “A” hasta la “G”) asociada a un rango de valores del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE). El IPE es un valor característico de la vivienda que representa el requerimiento de energía primaria que tendría en la normal utilización de la misma, durante un año y por metro cuadrado de superficie, para satisfacer las necesidades de calefacción en invierno, refrigeración en verano, producción de agua caliente sanitaria e iluminación, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la casa de construcción híbrida un valor de 258 kWh/m² lo que la califica de clase “F” y la de construcción tradicional un valor de 376 kWh/m² lo que NO la califica.

De la aplicación de Norma IRAM 11605, sobre la transmitancia máxima admisible para verano e invierno expresado en K[Wm²K], donde tenemos tres posibilidades, recomendada A, media B y mínimo C, dieron los siguientes resultados: Para la construcción híbrida en sus distintos tipos de muros tipo A, tipo B y tipo C, cumplen media B para verano e invierno, para el caso del techo cumple recomendada A para invierno y media B para verano.

Para la construcción tradicional cumple mínimo C para invierno y no llega al medio B exigido por ley.

De la aplicación del programa de simulación eQuest obtuvimos los siguientes resultados: para la casa de construcción híbrida en refrigeración: 2043 kWh/año y la de construcción tradicional de 2480 kWh/año.

Para calefacción 536,8 kWh/año, siendo para la de construcción tradicional de 1502,5 kWh/año. Para iluminación en ambos casos 155,2 kWh/año.

Con estos datos se observa que se cumple la normativa vigente en materia de aislamiento térmico y que además mejora las prestaciones energéticas por sobre una construcción del tipo tradicional.

B. Bioconstrucción híbrida en México.

El objetivo de esta bioconstrucción híbrida, que además tuvo varias eco tecnologías, a saber: techo y muros verdes, ambos permiten producir parte de los alimentos, además de mejorar el confort térmico, biodigestor, sanitario seco, recupero de agua de lluvia, aparato reductor de consumo eléctrico, buscó, reducir el consumo de agua en un 80%, el consumo de gas, en un 70% y el consumo de electricidad en un 60%.

El súper adobe y el adobe tienen beneficios para los climas que pueden experimentar temperaturas heladas por la noche y un sol extremadamente fuerte durante el día. El adobe es un material térmico que captura el calor del día y lo libera dentro de la estructura durante la noche. Por la noche hace lo opuesto: absorbe el frío y lo libera durante el día. [11]

Esta mejora es posible en toda construcción, el tiempo de construcción fue más rápido que si es tradicional, fueron 9 semanas, con un promedio de 6 albañiles, los costos de los materiales fueron disminuidos en un 60%, aunque la mano de obra hubo que capacitarla, las 2 primeras semanas, pasar de albañil a bio-albañil, fue una tarea intensa para lograr la toma de conciencia de los constructores.

C. Bioconstrucción y materiales inertes en Zarate

La base circular y forma cilíndrica, permite un movimiento interior armónico del aire, y de los sonidos, no existe la diferencial del gradiente sonoro que es extremadamente significativo en construcciones con base cuadrada o rectangular, y los espesores de las paredes, permiten tener una muy buena aislación térmica, con temperaturas internas entre 14 a 27°C independientemente de la temperatura exterior, y con una humedad relativa en las

bioconstrucciones que utilizan la arcilla como material estrella, que ronda el 55 al 65%, óptimo para la salud humana.

Otro aporte fue que la construcción se hizo colaborativa, con personas que se acercaron al curso y amigos del propietario, un empoderamiento para convertirse en auto bio constructores

D. Bioconstrucción en Chubut

El terreno de implantación está ubicado en la Zona Bioambiental V (Frío) según la norma IRAM 11603 de Argentina.

Para tal se han adoptado el máximo de estrategias de diseño pasivo para mejorar el equilibrio térmico en el interior de la casa y promover el ahorro energético.

A nivel de estrategia del diseño se eligió una morfología compacta para disminuir las pérdidas y favorecer la máxima exposición al Norte y Noreste donde se encuentra el mayor porcentaje de vidrio de modo de obtener ganancias directas durante los meses más fríos.

Por otro lado, al Sur se achicaron los paños de vidrio, haciendo caso a los valores mínimos para iluminación y ventilación natural.

La claraboya del núcleo central funciona como elemento de ventilación natural por “efecto chimenea”, de iluminación natural y de refrigeración y calentamiento natural en función de la época del año.

Es el centro y el pulmón de la casa. Es el gran “pulmón” de la vivienda.

La ventilación por “efecto chimenea” resulta de generar un diferencial de presión en la parte más alta de la vivienda, provocando así la salida de aire caliente acumulado arriba y provocando un flujo de aire ascendente desde todos los ambientes de la casa.

Espacio interior de Ocio. Techo Hogan que cubre la sala, el comedor y el entresuelo para juego y meditación

Las paredes exteriores son densas de adobe para acumulación, pero al mismo tiempo con una cámara de aire para aislación térmica que permite cumplir con los niveles de confort higrotérmico.

Tanto los índices de ventilación natural como los de iluminación natural cumplen con los mínimos exigidos.

Todos los techos tienen una cámara de aislación térmica de aserrín con cal de 8 cm garantizando el nivel de confort bueno. Las paredes tienen una cámara de aislación de 20 cm garantizando el nivel de confort óptimo.

IV. CONCLUSIONES

Luego del análisis de los casos presentados, hay un denominador común a todos ellos, y es que podemos evitar que la producción de materiales afecte a los recursos naturales, es preciso continuar promoviendo las bioconstrucciones, y sustituir en la medida de lo posible, el uso de recursos naturales finitos por residuos generados en distintos procesos productivos, cerrando los ciclos de los productos, lo que supone apostar por la reutilización y reciclaje, minimizando el transporte de las materias primas.

Para ello, es fundamental lograr un cambio de paradigma en el concepto del consumismo en la construcción tradicional, en búsqueda de que ésta sea menos nociva para el equilibrio

ambiental y permita el sostenimiento de la civilización y el desarrollo humano.

Nuestro desafío es masificar desde nuestra casa de altos estudios, la técnica de bioconstrucción, para que no se siga hablando de ella como algo extraño, sino que se vea como algo factible, seguro, que se puede utilizar también para casas con financiamiento público.

Que esto aún no haya ocurrido, está directamente relacionado con la falta de conocimiento sobre esta forma de construir, por ende, existen limitaciones para su desarrollo.

Muchas construcciones con tierra se desarrollan sin intervención de profesionales y varias de las soluciones obtenidas son un ejemplo y evidencian una excepcional adaptación al medio natural en que se desarrollan.

El reto está en formalizar estos conocimientos con la inclusión de la temática en los programas de cursos universitarios, continuar fomentando la investigación y educar a la población en general.

Es una oportunidad ante la crisis energética (para reducir las emisiones de carbono mediante el uso de materiales de construcción más ecológicos y mitigar el cambio climático) que deberíamos comenzar a considerar.

Una bioconstrucción puede ser una forma de ayudar a la eficiencia energética y el ahorro de energía en el sector de la edificación, utilizando materiales para la envolvente: autóctonos y/o que provengan del reciclado de materiales naturales e inertes

Incentivar la promulgación de ordenanzas locales que permitan incorporar en los códigos de edificación, los conceptos de la bioconstrucción.

Como conclusión podemos decir, y como se demuestra en los casos presentados, que estos tipos de construcciones pueden ser realizadas en distintas regiones, usando sus recursos naturales autóctonos y cercanos, también pueden ser aplicadas a diferentes extractos sociales, la autoconstrucción y diferentes aplicaciones de uso.

Queda solo que nos animemos a investigar, difundir y demostrar sus beneficios en todos los niveles educativos, y sociales.

REFERENCIAS

- [1] M. Clapers Vivares, 2018. "Un Nuevo Paradigma Para La Construcción Sostenible: La Economía Azul." <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/124118>.
- [2] Krieg, Ginger. 2021. "Biobased Building Blocks of the Future: A Talk with Biomason // Material Connexion." Entrevista Realizada Por TheStacks, Material Connexion. July 17, 2021. <https://materialconnexion.com/a-talk-with-biomason/>.
- [3] E. Tamayo, (2011). Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA. Revista Nodo,6(11), 99-116. <http://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/151/131>
- [4] Organización de las Naciones Unidas (2015). Objetivos del desarrollo sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollosostenible>.
- [5] D. Holmgren,(2013). La esencia de la permacultura. Barcelona: Cambium permacultura. Recuperado de https://holmgren.com.au/downloads/Essence_of_Pc_ES.pdf
- [6] I. Caballero, (2006). Eco-habitar. Criterios de bioconstrucción. Recuperado: 18 de febrero 2022 de https://ecohabitar.org/criterios_bioconstruccion/
- [7] A. Domínguez, G.Vaccaro, M Tedesco, et.al."Bioarquitectura aplicada a un edificio público sustentable, Proyecto participativo SUME" 1ra. ed .

- General San Martín, Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2020.Libro digital, PDF. ISBN 978-950-532-448-4
- [8] N. Odobez, M. Soldatti, R. Parente, A Moretti, "Estudio de caso de simulación térmica de una construcción híbrida usando Equest y su comparativa con las normas IRAM", 2º Congreso Internacional de Sustentabilidad Urbana, Diciembre 2022, Vitória. UFES, ISBN: 978-989-53626-0-8.
- [9] M. Aresta, "Arquitecturas Biológicas, El amor por la Forma (Philomorphus)". Buenos Aires: Diseño. 2019
- [10]R. GUÉNON, (1962). Símbolos Fundamentales de la Ciencia Sagrada. Barcelona: Paidós, 2019
- [11]J. Parente, A. Moretti, A. Bosani, M. Pereira, E. Solano Meneses, "Reutilización de los residuos sólidos urbanos inertes y materiales naturales en Bioconstrucciones". Congreso VIII PROIMNCA – VI PRODECA 2022 Libro" Contaminación atmosférica e hídrica en Argentina, Tomo VI, con ISBN 978-987-4998-93-4.