



PROTOTIPO DE ESTUFA DE DOBLE COMBUSTIÓN BIOMÁSICA, EFICIENCIA ENERGÉTICA Y BAJO COSTO PARA ZONAS FRIAS DE ARGENTINA

**Rodolfo Rotondaro¹, Pablo Romero², Mónica Tedesco², Alberto Nanami²,
Mario Ogara², Aurelie Lambert², Diego Tejerina¹, Sergio Ilief²**

¹ Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires/CONICET
Buenos Aires, Argentina. rodolforotondaro@gmail.com

² Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI-San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina
promero@inti.gob.ar; tedesco@inti.gob.ar

Palabras claves: doble combustión biomásica, eficiencia energética, adobe, estufa domiciliar, autoconstrucción

Resumen

La presente investigación está basada en la demanda de amplios sectores sociales en situación de pobreza de Argentina, en cuanto al confort ambiental en la vivienda, dentro del cual siguen siendo deficitarios la calefacción y los dispositivos autoconstruidos. El objetivo principal es diseñar, construir y evaluar a escala piloto estufas eficientes, construidas en su mayor parte con materiales naturales (adobe) para posibilitar un bajo costo razonable para la autoconstrucción asistida. El prototipo inicial es de masa térmica, un sistema tradicional que acumula calor en los materiales constructivos en todo el volumen de la estufa, optimizando así el recurso calórico con una combustión completa y eficiente, para restituirlo en su mayor porcentaje al ambiente. Se describen el proceso de diseño, los materiales y elementos constructivos y la evaluación de la eficiencia energética y del comportamiento de los materiales utilizados. Se presentan valores y referencias vinculadas a la eficiencia energética, el funcionamiento de las cámaras de aire primaria y secundaria y de la puesta en régimen, así como también del consumo controlado y tipo de materiales leñosos. Se evaluaron además aspectos vinculados con la respuesta de la combinación de los materiales y elementos utilizados; una estimación del costo económico del prototipo; y criterios para el diseño de uso racional de los combustibles leñosos en los territorios donde se transferirá el modelo. Por último, se evalúan las proyecciones destinadas a la transferencia de la estufa a sectores donde la autoconstrucción asistida es posible, proponiendo las metodologías que serán adecuadas y los criterios para el diseño de un manual de transferencia, con el fin de poder iniciar la gestión en los sistemas socio-productivos destinatarios del modelo.

1.INTRODUCCION

1.1-Marco institucional y grupos de trabajo

En esta investigación conjunta trabajan dos grupos técnico-científicos. Uno de ellos tiene sede en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo y está integrado por arquitectos y estudiantes de la carrera Arquitectura. El otro grupo pertenece al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y está integrado por expertos técnicos del INTI Energía y el INTI Tecnologías Sustentables. Ambos grupos constituyen un equipo transdisciplinario de diversos perfiles complementarios, que se unieron para investigar un modelo de estufa de masa térmica con paredes de adobe, proyectaron y construyeron un prototipo durante 2012. Actualmente se realiza el proceso de evaluación (funcionamiento, eficiencia energética, dimensiones, compatibilidad y patología de los materiales empleados, consumo de combustible), y se gestiona un convenio específico de cooperación entre el INTI y el CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas) con el fin de fortalecer las actividades de difusión y transferencia del prototipo en experimentación, en etapas posteriores a la evaluación completa del mismo.

1.2-Antecedentes al prototipo “Qoñi”

En los últimos años los grupos de trabajo mencionados realizaron tareas de análisis del rendimiento y la eficiencia energética, y la construcción de otros prototipos de campo

basados en el empleo de tecnología de construcción con tierra cruda. Por parte del INTI, el grupo de tecnólogos que participan en este proyecto ha desarrollado diversas actividades de asistencia técnica, desarrollos y servicios tecnológicos que apuntan a mejorar los sistemas de calefacción y cocción basados en la conversión por gasificación térmica/combustión de residuos biomásicos de origen foresto-industrial desde un abordaje integral socio-territorial (Neef, 1993; Caplbo, 2011). En este marco, se destaca el desarrollo y mejora de estufas basadas en la combustión lenta en dos etapas que permiten alcanzar eficiencias térmicas del orden del 50 al 70% con bajos niveles de emisión de material particulado (mp) y monóxido de carbono (CO).

El grupo FADU/CONICET construyó dos prototipos de estufas con paredes de adobe y revestimientos de tierra arcillosa en dos barrios, en el marco del proyecto de investigación PIP CONICET 1635 de mejoramiento de la vivienda en sectores urbanos pobres. Uno de ellos en Bancalari, Buenos Aires, y el otro en Monte Terrabusi, Mar del Plata (Rotondaro et al, 2011).

2. PRINCIPALES OBJETIVOS Y METODOLOGIA

Los principales objetivos de la investigación fueron planteados en el marco de la teoría de la sustentabilidad del hábitat construido, y están directamente vinculados con las problemáticas de la vivienda de poblaciones en situación de pobreza, del ahorro energético, de la contaminación ambiental y del desarrollo de tecnologías sociales con base territorial empleando materiales naturales. Se definieron dos grupos de objetivos principales:

Objetivos ambientales:

- Contribuir al menor consumo de leña por mejor aprovechamiento calórico.
- Contribuir al ahorro energético.
- Contribuir a la disminución de la contaminación ambiental (por combustión completa) como reducción de monóxido de carbono y alquitranes.
- Promover la forestación/reforestación con biodiversidad dentro del concepto de sustentabilidad.

Objetivos socioeconómicos:

- Contribuir a mejorar la calidad de vida de población en situación de pobreza y vulnerabilidad (calefacción domiciliar mínima);
- Evitar la ingesta de gases tóxicos de artefactos inefficientes por adecuada evacuación de gases de escape.
- Aprovechar de manera sustentable los materiales naturales existentes, cercanos, de fácil acceso y amplia disponibilidad (suelos estabilizados y fibras vegetales).
- Promover la autoconstrucción asistida y comunitaria de estufas de bajo costo y alta eficiencia con empleo de materiales de amplia disponibilidad.

La metodología empleada tuvo en cuenta el diseño y construcción de un prototipo experimental en el área Energía de la sede central del INTI en San Martín, Provincia de Buenos Aires, para su estudio y monitoreo en los aspectos referidos a su desempeño energético, al comportamiento y compatibilidad de los materiales empleados, costos relativos, complejidad de construcción y montaje, y diseño de su transferencia a la sociedad.

El abordaje para el diseño, construcción y monitoreo se basa en el trabajo de interdisciplina integrando conocimientos y saberes técnicos y científicos de los integrantes de los dos grupos de trabajo, en base a los antecedentes propios y de otras experiencias realizadas. La elección de los materiales y componentes del prototipo se basó en la combinación de materiales naturales y una tecnología constructiva que presente factibilidad en el contexto de la autoconstrucción asistida en sectores poblacionales en situación de pobreza, de las

zonas frías de Argentina (el 50% del país). Se seleccionaron materiales naturales (suelos arcillo-arenosos adecuados para la fabricación de adobes y morteros de unión de barro estabilizado con fibras vegetales, paja picada y estiércol de caballo) de amplia disponibilidad en el país; ladrillos y tejas refractarios existentes en el mercado de la construcción del país; y elementos metálicos para la puerta y las chimeneas de la estufa (posibles a relativo bajo costo donde exista un taller de herrería común).

3. PROTOTIPO “QOÑI”

3.1- Diseño. Lugar de construcción y monitoreo

El diseño del prototipo tuvo en cuenta dos premisas básicas: el empleo del principio de la doble combustión biomásica con el fin de lograr la mayor eficiencia térmica, y el empleo de una técnica constructiva conocida en casi todas las regiones del país, la mampostería de adobe, buscando costos y una materialidad posibles en los sectores vulnerables de la sociedad.

El prototipo (Figura 1) se construyó en el laboratorio del área Energía de la sede central del INTI en la localidad de San Martín, provincia de Buenos Aires, donde se realiza su evaluación y monitoreo de eficiencia y funcionamiento.



Figura 1: Proyecto de la estufa y fases de construcción. Fabricación de adobes, primera hilada, ladrillos refractarios y estufa finalizada. Laboratorio en INTI Energía (noviembre/diciembre 2012).
Imágenes: elaboración propia.

La combustión en el prototipo QOÑI se realiza en dos etapas, lo que logra maximizar la eficiencia (Figura 2). En la cámara primaria, más abajo, comienza la combustión mediante la gasificación del combustible que se produce por la introducción de una pequeña proporción de aire (aire primario). En esta etapa se produce una llama de baja intensidad. El producto de esta gasificación es una mezcla de gases que en mayor proporción está formada por monóxido de carbono y sustancias volátiles. Dicha mezcla pasa a través de una garganta a la cámara secundaria donde por la nueva entrada de aire (aire secundario) a través de un colector con varios orificios, la combustión se completa dando una llama muy intensa y como resultado humos con muy bajos contaminantes. Finalmente estos humos pasan por tres chimeneas de hierro de 7 cm de diámetro, donde entregan lo último de energía térmica hasta confluir en un colector que los lleva a la chimenea principal de 15 cm de diámetro.

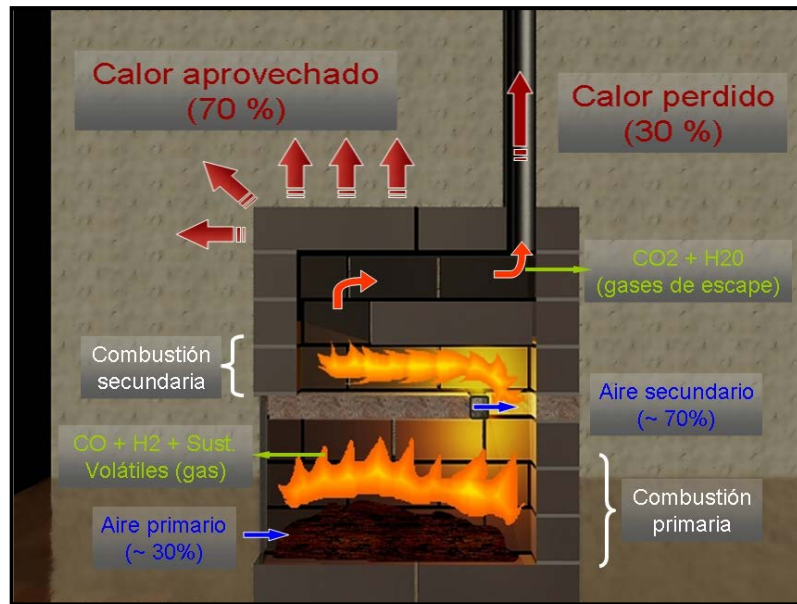


Figura 2: Esquema de combustión en la estufa Qoñi. Imagen: elaboración propia.

3.2- Materiales y equipamiento

Los materiales empleados incluyeron los necesarios para la fabricación de los adobes y del mortero de asiento: suelos arcillo-arenosos, paja de campo picada, estiércol de caballo desmenuzado y agua limpia. Una de las hiladas (la quinta) se construyó con ladrillos refractarios macizos asentados con el mismo mortero de barro y fibras, y la cámara primaria se revistió con tejas refractarias del mismo material que los ladrillos. Para la puerta, el colector de aire secundario y el sistema de chimeneas se empleó hierro negro e hierro galvanizado (únicamente el último tramo de chimenea), que se amuraron y fijaron con el mismo mortero de barro y fibras. El equipamiento empleado necesario consta de herramientas comunes de construcción (pala, carretilla, martillo, serrucho, pinza, baldes, cuchara de albañil, mezclador manual, plomada, nivel, manguera, hilo, machete) y dos moldes de madera para los adobes, de medidas interiores 11 cm x 11 cm x 24 cm y 11 cm x 42 cm x 47 cm.

3.3- Construcción del prototipo.

Las tareas previas incluyeron la obtención y traslado de materiales y equipamiento necesario, fabricación de moldes de adobe, fabricación y “dormido” del barro para adobes y mortero de asiento, fabricación de adobes, secado y acopio en el laboratorio, y fabricación del cajón de la chimenea. La construcción del prototipo fue realizada por los autores y contó con la colaboración parcial de otros técnicos y profesionales integrantes de las instituciones mencionadas. El prototipo se construyó sobre un pallet reforzado, para facilitar su eventual traslado.

La secuencia constructiva del prototipo incluyó seis fases: la base, con dos adobes grandes apoyados directamente sobre el pallet con una fina capa de mortero de barro; tres hiladas de adobe con mortero de barro y amurado de la puerta en su frente; colocación de las tejas refractarias en el piso y paredes de la cámara primaria; la única hilada de ladrillos refractarios macizos; la hilada siguiente con adobes chicos y un adobe grande dejando la garganta posterior; tres hiladas de adobe; la tapa de la estufa con dos adobes grandes, el posterior con tres agujeros para los conductos de la chimenea; y la colocación de la chimenea (tres conductos de salida, cajón de chapa galvanizada y conducto final). Se dejó secar una semana y se aplicaron a mano dos capas superficiales de barro semilíquido sobre los adobes y juntas, previo cepillado en seco y humedecido.

Las dimensiones exteriores resultantes del prototipo finalizado son de 47 cm de ancho por 85 cm de largo por 105 cm de altura; y la cámara de combustión primaria tiene 23 cm de ancho por 38 cm de largo por 65 cm de profundidad.

4. PRINCIPALES RESULTADOS PRELIMINARES

4.1- Proceso constructivo y respuesta de los materiales empleados

El prototipo se construyó siguiendo una secuencia lógica de una mampostería de adobe tradicional, con mortero de barro, combinada con los otros elementos necesarios para su funcionamiento (la puerta, la chimenea y el colector de varios orificios). Se respetaron los tiempos de secado del mortero de barro y de la lechada de barro casi líquido aplicada antes de la fase de prueba del prototipo. En esta primera fase de construcción del modelo no se registraron inconvenientes desde el punto de vista de la fisuración del mortero de asiento por retracción de secado, ni de agrietamientos por problemas que pudieran ocurrir por cargas y pesos propios, de la mampostería, la hilada de ladrillos y la tapa de adobes grandes más pesados (cada uno de alrededor de 24 kg). Hubo microfisuras muy leves en algunas juntas verticales, discontinuas y sin patrón de daños. Los adobes tampoco presentaron fisuras, ni los chicos ni los grandes de la base, el intermedio o los de la tapa.

4.2- Monitoreo de la eficiencia térmica y del funcionamiento inicial del prototipo

Para el ensayo de la eficiencia de la estufa (Figura 3), primero se ingresa una cierta masa de combustible correspondiente a la carga máxima para la estufa. Como se conoce la masa de combustible y se puede estimar su poder calorífico, se calcula así la cantidad de energía que se aporta en el momento inicial del ensayo.



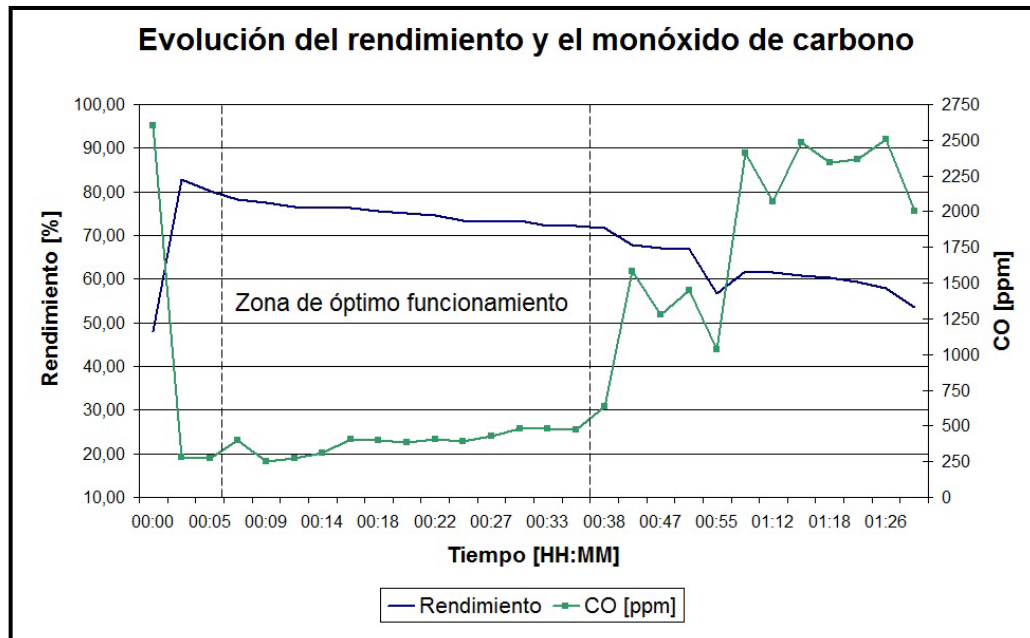
Figura 3: Imágenes durante las fases iniciales de la prueba y análisis del funcionamiento de la estufa. Laboratorio en INTI Energía (diciembre 2012).
Imágenes: elaboración propia.

Luego, durante el tiempo que tarda en consumirse la carga de combustible, se toman periódicamente muestras de los humos y se registra su temperatura, la temperatura ambiente y las proporciones de oxígeno, dióxido de carbono y monóxido de carbono. Con estos datos se calculan las pérdidas de energía por la chimenea. Finalmente, la energía total entregada por la estufa se calcula por el método indirecto, es decir, conociendo la energía total aportada y las pérdidas, se obtiene de la diferencia, la energía que se entrega al ambiente. El rendimiento es la relación entre la energía entregada al ambiente y la introducida en forma de combustible.

El instrumental utilizado fue el siguiente: un analizador de gases de combustión marca de Testo, modelo 350 XL, que permite medir y registrar concentración de monóxido de carbono, dióxido de carbono, oxígeno y temperatura de los gases en chimenea junto a la temperatura ambiental; una balanza electrónica para pesada de combustible; y una cámara termográfica marca Flir, modelo T300, para determinación de distribución de calor y puntos calientes. Se analizaron los datos obtenidos del ensayo con madera blanda (*eucaliptus*, álamo) como combustible. Se concluye que la eficiencia del combustor es muy buena, superando el 75% (comparable con estufas de alta eficiencia de construcción metálica con ladrillos refractarios). La zona de óptimo funcionamiento, donde las emisiones de CO son menores que 600 ppm y el rendimiento no cae por debajo del 70%, se encuentra entre el tiempo inicial de carga y los treinta minutos aproximadamente.

En el siguiente Gráfico 1 se muestran dos curvas de la evolución del Rendimiento y el monóxido de carbono (CO) durante el ensayo. En un lapso de 30 minutos se quema prácticamente la totalidad de compuestos volátiles contenidos en la madera. Como en este ensayo se cargaron 3,8 kg de leña, del cual se consumieron las 3/4 partes de su masa en 1 hora, se puede deducir que la capacidad de combustión es de aproximadamente 9.500 kcal/h, si se considera un poder calorífico inferior promedio de 3.500 kcal/kg.

Gráfico 1: Ensayo de evolución del rendimiento y monóxido de carbono. Laboratorio en INTI Energía (diciembre 2012). Fuente: elaboración propia.



En la siguiente imagen (Figura 3) se presenta una termografía de la estufa que muestra la acumulación de calor en el adobe de las paredes. Una vez apagada la combustión, el calor del adobe continuará entregándose al ambiente. Los tubos de la chimenea entregan calor, que no llega a acumularse en el adobe, en forma instantánea al ambiente. Los tubos que inicialmente se encuentran a 300°C, bajan rápidamente su temperatura a medida que eleva su altura, esto demuestra una buena transferencia de calor al ambiente. La temperatura en las paredes de adobe se ubica en los 80°C. Una vez consumido el combustible, el calor acumulado en el adobe continuará irradiando al ambiente por varias horas (4 a 5 hs).



Figura 3: Termografía de la estufa durante los ensayos, realizada en simultáneo al ensayo de evolución del rendimiento y monóxido de carbono. Laboratorio en INTI Energía (diciembre 2012). Imagen: elaboración propia.

En la práctica, esta última característica permite mantener un ambiente cálido sin altibajos de temperatura y sin necesidad de reposición frecuente de combustible sobre todo durante la noche.

De acuerdo con estos datos preliminares producidos por los primeros ensayos se puede estimar que la transmisión de calor producido por la estufa hacia el ambiente interno de la edificación o vivienda sería de alrededor de 6650 kcal/h, considerando el rendimiento del 70% mencionado más arriba, con cargas de leña de aproximadamente entre 3,5 a 3,8 kg por hora.

4.3- Estimación de costos

Los costos económicos del prototipo (Tabla 1) se calcularon considerando solamente los materiales comprados en corralones de materiales y ferreterías, sin tener en cuenta costos de fletes ni de personal constructor, en función de que uno de los objetivos centrales de la investigación es el desarrollo de una estufa con alta factibilidad en contextos de autoconstrucción en los cuales la asistencia técnica sea mínima o nula:

Tabla 1: Estimación de costos de materiales y elementos a diciembre 2012

Material/elemento	Costo en \$A	Costo en U\$D
Ladrillos refractarios macizos y tejas	360,00	54,00
Puerta de hierro con marco y manija	250,00	38,40
Caño cribado de ventilación secundaria	40,00	6,15
Caños de hierro de chimenea y cajón	260,00	40,00
Pintura en aerosol	75,00	11,50
Polvo mineral de color	15,00	2,30
Total	1000,00	152,35

Equivalencia: 1 dólar U\$D = 6,15 pesos A. Fuente: elaboración propia.

Los costos estimados se podrían reducir en el caso que, como es habitual en los contextos de la autoconstrucción popular, exista una colaboración gratuita de oficios tales como los de un herrero, o mecanismos tales como el trueque de productos, que podrían bajar esta estimación a casi la mitad del valor de la tabla, es decir de unos 500 pesos A (aprox. U\$D 81,30). Valor que puede resultar totalmente factible en los sectores poblacionales en situación de pobreza.

En comparación con el costo de mercado de estufas de hierro con el sistema de doble combustión existentes en el país, que es de alrededor de \$ 2500,00 o U\$D 406,50, se observa una situación ventajosa ya que la diferencia a favor es de alrededor de un 37%.

5. CONCLUSIONES

El prototipo ha demostrado, luego de las pruebas y evaluaciones sobre su puesta en régimen, un rendimiento aceptable de acuerdo con los estándares de valores para artefactos de calefacción a combustibles leñosos.

La proyección tecnológica del prototipo a partir de la evaluación del comportamiento y compatibilidad de los materiales y elementos empleados es satisfactoria pero presentó algunas dificultades. Los principales resultados satisfactorios son tres: la factibilidad constructiva según los objetivos y destinatarios finales del prototipo, combinando una mampostería de adobe con morteros de barro según la técnica original y con retracciones de secado normales en la unidad del adobe, y microfisuración mínima de juntas; la posibilidad de obtención de los otros elementos, por compra directa en corralones, ferreterías o herrerías comunes (ladrillos refractarios, chapa de hierro, caños de hierro galvanizado, pintura en aerosol para altas temperaturas); y que los daños ocurridos durante la puesta en régimen inicial y monitoreo de eficiencia son aceptables desde el punto de vista de la fisuración de juntas y del mantenimiento que pueda exigir el uso de esta estufa. Las dificultades fueron dos: el tamaño y peso de los adobes grandes, que si bien permiten su manipuleo y colocación no dejan de presentar potenciales riesgos de rotura, y resultan muy

pesados para su maniobra; y la fisuración de juntas en la línea de contacto entre la puerta de hierro y la pared de barro: si bien presenta fisuras de menos de medio milímetro de espesor, podría potencialmente generar una ampliación de su espesor y mayores daños constructivos.

Paralelamente al diseño, construcción y monitoreo del prototipo, el grupo diseña un manual de transferencia y una estrategia para orientar la misma en los territorios y los sectores poblacionales que constituyen los destinatarios prioritarios del modelo en estudio. Las áreas geográficas potenciales son, en primer lugar, las regiones más frías de Argentina, que ocupan aproximadamente el 40% de su territorio y están ubicadas en el Oeste, el altiplano y quebradas altas y la Patagonia e islas del Atlántico Sur.

Los sectores sociales potenciales que podrán utilizar esta estufa comprenden a todos aquellos grupos, familias y personas que carecen de artefactos adecuados para obtener el calefacción mínimo del aire interior en sus domicilios de habitación, y que además tienen dentro de sus carencias estructurales, la imposibilidad de adquirir estufas de marca o cualquier otro acondicionador de calor para el hábitat doméstico. En este sentido, el uso de combustibles biomásicos residuales debe ser fomentado frente al uso de combustibles fósiles debido a que no aumenta la cantidad de dióxido de carbono ambiental (UN, 1987). Las plantas consumen dióxido de carbono para vivir, fijan el carbono para crecer y liberan el oxígeno. Al usar estas plantas como fuente de energía, se combina el carbono fijo con el oxígeno (antes liberado) para formar dióxido de carbono y liberarlo a la atmósfera. De este modo, la cantidad de dióxido de carbono ambiental no aumenta sino que se mantiene constante. Por el lado contrario, el uso de combustibles fósiles implica la liberación de dióxido de carbono que no se encuentra en el ambiente sino que está bajo tierra.

Dentro de la discusión que se planteó durante el diseño, construcción y monitoreo inicial del prototipo, los investigadores evaluaron que los criterios de gestión para una transferencia apropiada a contextos de pobreza en Argentina deberían considerar los siguientes aspectos:

- orientar la construcción del modelo con ayuda de un manual descriptivo-explicativo de las fases constructivas, su uso adecuado y con seguridad, y un mantenimiento adecuado en el tiempo;
- el empleo de combustibles no tóxicos y de combustibles leñosos determinados, con el fin de evitar acciones que colaboren con la deforestación, la desertización y la contaminación ambiental;
- el empleo de mecanismos de gestión multisectorial que colaboren con la construcción y uso adecuado de artefactos como este, que pueden presentar situaciones de riesgos para la salud humana;
- la difusión adecuada en contextos locales, urbanos y rurales, para lograr la colaboración de organizaciones sociales, ONGs, municipios y otros organismos públicos y privados que apuntalen el abastecimiento de estufas de este tipo a población en situación de pobreza estructural.

Por último, en las reflexiones que surgieron en el grupo de investigadores sobre la posible sustentabilidad del prototipo en estudio, se concluye que presenta aspectos favorables que pueden orientar su factibilidad técnica, económica y social. También, que el diseño inicial requiere de ajustes dimensionales y constructivos, y que para una transferencia y replicación apropiadas sería necesario el diseño del manual de transferencia con una gráfica y contenidos no sólo de comprensión de su construcción sino de su uso y mantenimiento adecuados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caplbo, L. (2011). *Fundación UNIDA. Decrecer con equidad*. CICCUS, Buenos Aires.

MECON-Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (2002). *Ley General del Ambiente No 25.675*. Gobierno de la República Argentina. Disponible en: <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>

Neef, M.M. (1993). *Desarrollo a escala humana*. Montevideo: Editorial Nordan Comunidad.

Rotondaro, R.; Tejerina, D.; Ricchiardelli, G.; de Saá, I.M.; Alfonzo, L.; Balparda, L.; Cacopardo, F.; Cusán, M.I.; Ondartz, A.; Puglia, L.; Mañá, C.; García Palacios, R.; Améndola, V.; García Cein, E. (2011). *Gestión participativa para mejorar la vivienda en sectores urbanos pobres*. Buenos Aires-Mar del Plata, Argentina. En: *XI SIACOT (Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra)-IV SIIDS (Seminario Internacional de Investigación del Diseño Sustentable)*. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tampico, México. 21/24 Setiembre 2011.

United Nations (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Transmitted to the General Assembly as an Annex to document A/42/427 - Development and International Co-operation: Environment. Disponible en: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

Currículo

Rodolfo Rotondaro. Máster Arquitecto, FADU, Universidad de Buenos Aires/CONICET. Realiza tareas de investigación, desarrollo tecnológico, enseñanza y asesoría en Arquitecturas de Tierra en áreas rurales y urbanas de Argentina.

Pablo Romero. Ingeniero Mecánico, INTI Energía (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Realiza tareas como proyectista, desarrollos técnicos y capacitador en temas energéticos y ambientales.

Mónica Tedesco. Diseñadora, Coordinadora INTI Tecnologías Sustentables.

Alberto Nanami. Técnico Químico. Realiza tareas como proyectista, asistente técnico y capacitador en temas energéticos y ambientales.

Mario Ogara. Licenciado en Química, Director de INTI Energía a escala nacional.

Aurelie Lambert. Arquitecta, INTI Tecnologías Sustentables. Realiza tareas de gestión y diseño en proyectos de tecnologías de Interés Social con transferencia tecnológica. Asistente técnico.

Diego Tejerina. Arquitecto. Realiza tareas vinculadas con el desarrollo sistemas constructivos y tecnologías con empleo de suelos estabilizados. Asistente técnico.

Sergio Ilieff. Ingeniero Físico, INTI Tecnologías Sustentables. Realiza tareas vinculadas con las ecotecnologías y el desarrollo de sistemas socioproductivos sustentables. Asistente técnico.