

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y DE DISEÑO ENERGÉTICAMENTE EFICIENTE. EL CASO DE LOS REALOJOS DE LA IMM-MOVIMIENTO TACURÚ

Alicia Picción (1); Magdalena Camacho (2); María Noel López (3); Sara Milicua (4)

(1) Arquitecta, Catedrática de Acondicionamiento Térmico, apiccion@farq.edu.uy

(2) Arquitecta, Docente Acond. Térmico, magdalenacr@gmail.com

(3) Arquitecta, Estudiante Maestría de Ciencias, Docente Acond. Térmico, marialop@farq.edu.uy

(4) Arquitecta, Estudiante Maestría en Construcción, Docente Acond. Térmico, smilicua@farq.edu.uy

Universidad de la República, Facultad de Arquitectura, Instituto de la Construcción, Departamento de Clima y Confort en Arquitectura, Mario Cassinoni 1048, C.P. 11200, Montevideo, Tel.: (+598 2) 408 5799 int. 108

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de un proyecto de transferencia tecnológica que articuló distintas instituciones con la enseñanza de grado, a partir del trabajo sobre un conjunto de viviendas de interés social diseñadas por la Intendencia Municipal Montevideo (IMM) y construidas por jóvenes de la ONG Movimiento Tacurú para la población reubicada del asentamiento La Vereda. En este sector de la población son problemas básicos el acceso a la energía para disponer de agua caliente sanitaria y acondicionamiento térmico. Se utilizó una metodología de investigación-acción-enseñanza que se centró en talleres para la autoconstrucción de colectores solares de bajo costo y para el desarrollo de estrategias de diseño que mejoren el desempeño térmico y habitabilidad de las viviendas. La experiencia fue llevada a cabo con los constructores de Tacurú y los alumnos de Acondicionamiento Térmico. El objetivo principal era trabajar en conjunto docentes, habitantes, estudiantes y los constructores, entendiendo que la divulgación de conocimientos y la tecnología pueden mejorar condiciones de vida. Se han obtenido resultados positivos en cuanto a la vinculación entre instituciones, pero para la replicabilidad de la experiencia es necesaria la reformulación de algunos aspectos del dispositivo de colectores. Las propuestas de diseño se centraron en el espacio exterior y la implantación de las viviendas y en la tipología de la vivienda y sus componentes. Existe otro grupo de propuestas que se enfocan más a la relación del usuario con las propuestas de diseño.

Palabras-claves: colectores solares, enseñanza, desempeño térmico, transferencia tecnológica

ABSTRACT

This article presents the results of a technology transfer project that articulates the various institutions with education degree from work on a set of social housing designed by the Municipal Montevideo (IMM) and built by the NGO Movement Tacurú for the population of the relocated settlement La Vereda. In this population the basic problems are access to energy to provide hot water and thermal conditioning. We used a methodology of action research-teaching that is focused on self-help workshops for low-cost solar collectors and development of design strategies that improve the thermal performance of homes and habitability. The experiment was carried out with the builders of Tacurú and the students in the course of thermal conditioning. The main objective was to work together teachers, residents, students and builders, with the understanding that the diffusion of knowledge and technology can improve living conditions. Positive results have been obtained regarding the linkage between institutions, but the replicability of the experience requires the reformulation of some aspects of the collector device. The proposed designs have focused on outer space and the implementation of housing and the type of housing and its components. There is another group of proposals that focus more on the user's connection with the proposed design.

Keywords: Solar Collectors, teaching, thermal performance, Technological Transfer.

1. INTRODUCCION

El Informe 2007 de la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNTN, Uruguay) detalla que el sector residencial es de alta demanda energética (28%) y su consumo de energía eléctrica va en aumento, con un 30% consumida en cocción de alimentos y agua caliente sanitaria. Pero los debates aún no se centran sobre las disparidades en la disponibilidad y acceso a la energía. La desigualdad en el acceso a la energía necesaria, tanto para la actividad económica como para el consumo doméstico, es hoy una de las expresiones principales de la injusticia global. El acceso a fuentes de energía asequibles es fundamental para la mitigación de la pobreza (Informe PNUD 2006). El proyecto de extensión que se presenta surgió de la constatación de la inequidad en el acceso a fuentes seguras de energía por parte de la población de realojados del Programa de Regularización de Asentamientos que lleva a cabo la Intendencia Municipal de Montevideo (IMM). El problema no surge tanto en la conexión a la red eléctrica que se les otorga una vez que se regulariza su vivienda, sino en la imposibilidad de hacer frente a los costos económicos que implica hacer uso de la energía.

Existe la posibilidad de utilizar otras fuentes de energía como la solar y capacitar a la población en su aprovechamiento a partir de calentadores solares de bajo costo y en el control de la energía a través de estrategias de diseño y dispositivos pasivos. Las tecnologías apropiadas para el aprovechamiento y conservación de la energía, que son de sencilla construcción y mantenimiento, mejoran la calidad de vida y aumentan la capacidad de autogestión de las comunidades y familias. El proceso de transferencia tecnológica se asocia a la idea de aprender haciendo, aprender produciendo, aprender usando y aprender interactuando (CFI, 2004). Este requisito se torna fundamental a la hora de transferir tecnologías porque involucra al usuario en su construcción y su participación genera la apropiación de lo que le ha sido transferido (San Juan, et al, 2004). El proceso de transferencia tecnológica considera dos tipos de factores: los tecnológicos y los humanos. Dentro de los factores tecnológicos se analizan: el impacto de la nueva tecnología, entendida como conocimiento (Sábato y Mackenzie, 1982), sobre la unidad receptora, en este caso la comunidad o el usuario local; la madurez de la tecnología, o sea su estado de desarrollo; la adaptabilidad de los componentes tecnológicos; y la distancia con respecto a la tecnología actualmente empleada.

2. OBJETIVOS

En este contexto conceptual, se presenta una experiencia de investigación-acción-enseñanza en la que trabajaron conjuntamente docentes y estudiantes de la Cátedra de Acondicionamiento Térmico (Facultad de Arquitectura, Universidad de la República), técnicos y jóvenes constructores del Movimiento Tacurú, ONG dedicada a la capacitación en oficios de jóvenes en situación de riesgo social, aportándoles herramientas para su posterior inserción en el mercado laboral, y la ONG Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas, CEUTA, que trabaja en el desarrollo y difusión de tecnologías alternativas para calentamiento de agua de bajo costo, entre otras.

Por una parte se plantearon los objetivos de cooperar en la mejora de las condiciones de habitabilidad y confort térmico y facilitar el acceso a la energía de la población con problemas habitacionales y de formación laboral, tanto de los ocupantes del Realajo La Vereda gestionado por la IMM como de los jóvenes que participan de las actividades de capacitación de Tacurú. También se formularon objetivos referidos a la formación de los estudiantes a partir del trabajo sobre una realidad con problemas específicos, que le permitiera evaluar y proponer mejoras al diseño del hábitat residencial en los aspectos relacionados al acondicionamiento térmico, a partir de las necesidades y valoraciones de los ocupantes.

3. MÉTODO

El proyecto se desarrolló durante el año 2008; el primer semestre dedicado al trabajo de coordinación entre las tres instituciones involucradas y preparación de pautas metodológicas y el segundo al proceso de transferencia tecnológica. Como estudio de caso se trabajó con las viviendas de realojados La Vereda. Los estudiantes de la asignatura Acondicionamiento Térmico, que se encuentran en el segundo año de la carrera de Arquitectura, conjuntamente con los jóvenes que participan del convenio educativo laboral con el Movimiento Tacurú y que construyeron las viviendas, participaron del proceso de transferencia tecnológica que involucró la construcción de colectores solares de bajo costo y la propuesta y discusión de estrategias de diseño pasivas para mejorar el comportamiento higrotérmico de la vivienda. El proceso de transferencia se desarrolló en tres etapas bien diferenciadas: reconocimiento de la realidad, talleres de formación y evaluación del trabajo.

3.1. Etapa 1- Reconocimiento de la realidad

Con base en trabajo de campo, se realizó el conocimiento de la comunidad de trabajadores de Tacurú, del conjunto de viviendas en construcción y de los procesos y tecnologías aplicadas. Con la información previa suministrada por los recaudos escritos y gráficos, se recorrió la zona de implantación de las viviendas, se visitó el obrador donde se pudo apreciar las viviendas en distintas etapas de construcción y se encuestó a los coordinadores y jóvenes constructores de la obra sobre los aspectos de diseño, el sistema constructivo y los materiales usados. A este reconocimiento se le agregó la realización de encuestas de habitabilidad y grado de satisfacción a los realojados de otro conjunto de viviendas con soluciones tecnológicas similares, localizado en un entorno físico comparable.

El conjunto de 64 viviendas se ubica en una zona que limita con el área suburbana de Montevideo (calles Leandro Gómez y Chon) y está destinado a personas en situación de pobreza que viven en asentamientos irregulares en áreas de precariedad urbana (ver fig1).

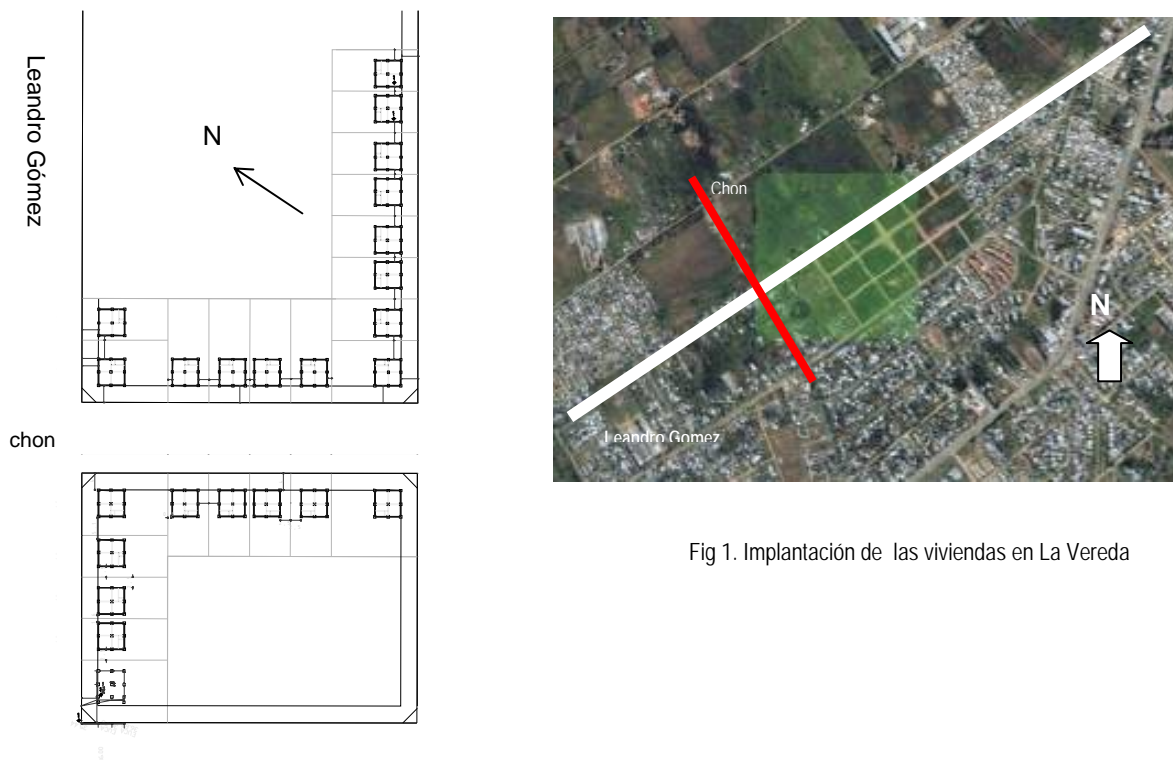


Fig 1. Implantación de las viviendas en La Vereda

Con base en convenios entre la IMM, como contraparte local que cede el terreno y elabora el proyecto ejecutivo y el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, se ejecuta el proyecto que incluye la construcción de redes de infraestructura urbana y las conexiones correspondientes. También mediante convenio, parte de estas viviendas son construidas por los jóvenes del Movimiento Tacurú con el objetivo de su capacitación en oficios relacionados a la construcción de edificios para su posterior inserción en el mercado laboral.

Las viviendas tienen una envolvente exterior de muro doble; la cara interior se realiza con bloques vibrados de 12 cm de espesor y la cara exterior con ladrillo de campo a canto. La transmitancia térmica $U = 2.33 \text{ W/m}^2\text{K}$ y su capacidad térmica $CT = 283 \text{ KJ/m}^2\text{K}$. La cubierta es liviana de chapa metálica sobre estructura de cerchas; por debajo se coloca un cielorraso de placas de OSB (Oriented Strand Board), film de polietileno y placas de poliestireno expandido de 3 cm. La cubierta tiene una $U = 0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ y una $CT = 50 \text{ KJ/m}^2\text{K}$.

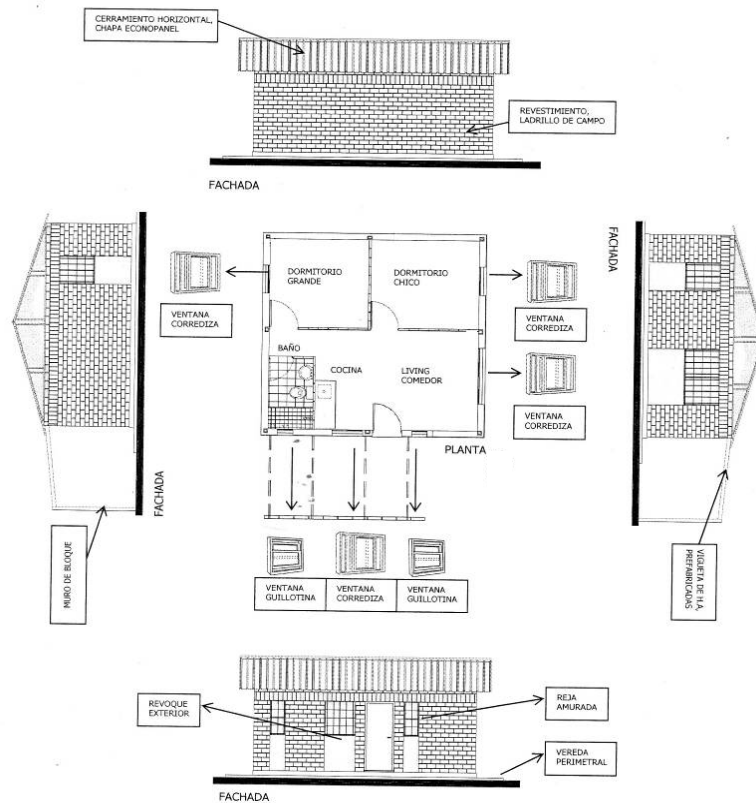


Fig. 2. Relevamiento de una vivienda genérica construida en La Vereda, realizado por los estudiantes Cancela y Pérez, 2008

3.2. Etapa 2- Talleres de formación



Fig. 3. Colector dinámico de botellas construido en los talleres e instalado en el local de Tacurú

Los talleres fueron dictados por docentes de CEUTA y participaron los estudiantes y docentes de Arquitectura y los jóvenes constructores y los técnicos de Tacurú. El trabajo en taller constó de charlas expositivas sobre la energía solar y los principios de funcionamiento de los colectores solares para calentamiento de agua, con experiencias prácticas que apuntaron a la verificación y comprensión de los fenómenos físicos involucrados; sesiones de construcción de los dos modelos de colectores solares, uno estático y otro dinámico y trabajo con ambos modelos de prueba para reconocimiento de las posibilidades de cada tecnología específica. Para ello se instaló un prototipo de calentador solar estático en el obrador para el calentamiento de agua para el mate, mientras que el colector solar dinámico se instaló en el local de Tacurú (ver fig. 3). El colector es dinámico porque en su diseño se logra generar un circuito cerrado con circulación del agua caliente del colector hacia el acumulador aislado desde el cual retorna el agua más fría a ser recalentada. Los componentes del colector dinámico se detallan a continuación: a-Superficie absorbadora: compuesta por envases de Tetra Pak doblados y pintados de negro a los que se asocian los caños de polietileno negro de ½ pulgada (ver fig. 3); para el aislamiento térmico del sistema se usó diario arrugado que permite tener celdas de aire

estanco dentro del envase. Los caños, con el aislante y los envases se colocan dentro de botellas descartables de PET (polietilentereftalato) que funcionan como superficie transparente para provocar efecto invernadero. b- Sistema de distribución: compuesto por una parrilla con caños de plastiducto y polipropileno, en sentido vertical y horizontal respectivamente y conectado al tanque acumulador de agua caliente. c- Tanque acumulador: Se utilizó un recipiente plástico de desecho recuperado, aislado con poliestireno expandido. El tanque se colocó por encima de la parrilla de colectores de botella debido a que es un sistema de convección natural de fluido o termocirculación.

Seminario expositivo. En paralelo al trabajo en los talleres, los estudiantes trabajaron los contenidos del curso de Acondicionamiento Térmico en clases teórico prácticas, aplicadas al análisis, evaluación y propuestas sobre el caso en estudio. Al final de este proceso se realizó la instancia de presentación y discusión, donde los estudiantes expusieron las posibles estrategias de diseño a aplicar para mejorar el comportamiento térmico y energético del conjunto de viviendas, a los técnicos de la IMM y equipo técnico de CEUTA, entre otros.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Del colector solar dinámico de botellas

En todas las etapas del desarrollo del dispositivo participaron estudiantes y jóvenes constructores, con el objetivo de facilitar la apropiación integral de la tecnología y el control permanente del conjunto del proceso. Se constató que se necesita destreza para su fabricación pero fácilmente se mecaniza el sistema. Los materiales utilizados para la construcción del colector solar requirieron una baja inversión de capital, pero a su vez una alta mano de obra. Se utilizaron botellas PET descartables, por ser un material separado por Tacurú en su convenio de barrido domiciliario y que podía ser reutilizado fácilmente. El diseño del colector propuesto presentó varios problemas en la ejecución y hermeticidad del sistema debido a la gran cantidad de uniones entre las botellas, los caños y el acumulador, que fue solucionada con uniones termofusionadas. La elección del aislante térmico en todo el sistema es otro de los puntos que merece un especial análisis. En esta experiencia no se evaluó la eficiencia del sistema ya que no se midió la temperatura a las que puede llegar el agua a la salida del colector solar. Se detectó que desde la puesta en funcionamiento (noviembre 2008) se han derretido algunas de las botellas debido a las altas temperaturas alcanzadas en su interior. También es necesario mejorar el diseño exterior de los colectores junto con la estructura de soporte para integrar los colectores a la vivienda. Se realizaron estudios de sombras arrojadas en distintas horas y momentos del año para determinar su mejor localización a efectos de hacer más eficiente el sistema. En todos los casos se propuso colocarlo por lo menos 1.5m por encima de la cumbrera del techo. En futuras experiencias se pretende evaluar la eficiencia de este sistema y avanzar en la estética del mismo.

4.2. Del proceso de transferencia



Fig. 4. Etapas de la construcción y puesta en funcionamiento del colector dinámico de botellas.

La instancia de trabajo en talleres fue muy bien evaluada por parte de los constructores de Tacurú, los estudiantes y los docentes. Es importante analizar los beneficios inducidos "hacia adelante", pero en este sentido es difícil medir el impacto de la transferencia. Los jóvenes constructores de Tacurú utilizaron los calentadores solares estáticos en el obrador para calentar el agua para el mate. Este proceso de aprehensión de la tecnología se vio cuestionado debido a que las botellas del colector estático también se derritieron, lo que determinó una debilidad en su utilidad posterior. Asimismo se evaluó que los estudiantes se vieron entusiasmados al enfrentarse a un trabajo práctico con las características planteadas. El orden de estudiantes que aprobó el curso alcanzó el 80%. En este proceso deberían haber participado los futuros ocupantes de las viviendas, aspecto que será punto

de partida de la próxima experiencia.

4.3. Análisis de las viviendas

Evaluación bioclimática: Período frío

El principal problema climático de Montevideo es el invierno ya que es la estación más prolongada y de mayor rigor. De acuerdo a la Carta bioclimática para Montevideo, las estrategias recomendadas para aumentar los porcentajes de horas de confort son el calentamiento solar pasivo asociado a la masa térmica aislada y el calentamiento artificial. Para evaluar los espacios de la vivienda en el período frío se utilizaron los métodos: Respuesta térmica de un ambiente en invierno (Aroztegui 1995), cálculo de transmitancia y capacidad térmica. El método de Respuesta térmica de un ambiente en invierno relaciona las pérdidas y ganancias térmicas del edificio y su impacto sobre la temperatura interior media, lo que permite evaluar niveles de aceptabilidad del diseño y/o de confort en el interior de los espacios. Según estudios realizados por el Arq. Aroztegui en viviendas no acondicionadas artificialmente y a los efectos de verificaciones a nivel de anteproyecto, se puede adoptar un valor de temperatura interior media de 16°C como criterio aceptable para Montevideo. Si bien este valor no está comprendido dentro del rango de confort de temperatura para invierno, establecido entre 18°C y 24°C para actividades sedentarias, es un indicador importante porque significa que se ha conservado el calor generado en el interior a partir del adecuado diseño de la envolvente, lo que redundará en menor consumo de energía. El clima de Uruguay presenta una amplitud térmica media variable entre 10°C y 14°C aproximadamente, oscilaciones que no puede presentar el ambiente interior. En Uruguay se dispone de un valor de referencia $U \leq 0.85 \text{ W/m}^2\text{K}$ exigido por el Banco Hipotecario para viviendas de interés social y se consideró un valor para la capacidad térmica $CT > 150 \text{ KJ/m}^2\text{K}$. Asimismo es necesario asociar la masa térmica al calentamiento solar pasivo para aumentar y controlar la temperatura interior.

Local	Temperatura interior media sin radiación	U calculada $\text{W/m}^2\text{K}$	Capacidad térmica $\text{Kj/m}^2\text{K}$
Estar - comedor	14.5 °C	U paredes = 2.33	CT paredes = 283
Dormitorio 2	15 °C	U techo = 0.70	CT techo = 50
Dormitorio 1	15.8 °C	(3cm de aislante)	

Fig 5. Resultados de los cálculos para las viviendas en estudio.

Se concluyó que la masa térmica debe contar con mejor aislamiento y es necesario modificar la orientación de los cerramientos transparentes para captar la mayor cantidad de energía en el período frío.

Evaluación bioclimática: Período caluroso

Las estrategias recomendadas para aumentar los porcentajes de horas de confort en este período son el sombreadamiento (31% de las horas anuales) y la ventilación asociada a la masa para refrescamiento (16.3% de las horas). Para evaluar los espacios de la vivienda en el período caluroso se utilizaron las siguientes herramientas: factor solar máximo admisible del local, evaluaciones de asoleamiento de los distintos cerramientos vidriados y evaluación de la efectividad de la ventilación natural mediante análisis de patrones de flujo y cálculos de caudal. El factor solar máximo admisible del local representa la máxima energía que puede admitir un local para mantener condiciones de confort térmico en verano. Se debe verificar que la energía que ingresa al local a través de su cerramiento transparente sea menor que el valor máximo admisible.

Local	Caudal de aire calculado	Factor máximo admisible
Estar - comedor	43 RpH Admisible ≥ 20	$F_{\max}=0.45$ $F_s \text{ existente}=0.83$
Dormitorio 2	6.9 RpH Admisible ≥ 20	$F_{\max}=0.62$ $F_s \text{ existente}=0.83$
Dormitorio 1	7.2 RpH Admisible ≥ 20	$F_{\max}=0.17$ $F_s \text{ existente}=0.83$

Fig 6. Datos calculados para el período caluroso.

Se concluyó que es necesario rediseñar la ventilación natural para aumentar caudales y lograr mejores patrones de flujo y colocar protección solar.

Evaluaciones de habitabilidad y confort a quienes viven en tipologías similares

Los tiempos curriculares son estrictos y los tiempos de las familias y sus procesos de realojo son otros, por lo que para evaluar la posible satisfacción con las viviendas se realizaron encuestas a ocupantes de viviendas con la misma resolución tipológica localizadas en un barrio con características similares. Estas encuestas si bien no son estadísticamente significativas permiten acercarnos a la satisfacción ambiental con este sistema constructivo. Se encuestó a cuatro familias con base en una selección aleatoria. Si bien hay una alta satisfacción con la solución habitacional, existen problemas desde el punto de vista del acondicionamiento térmico. Según la encuesta, el 100% de los habitantes perciben problemas de calor en su vivienda, pero no problemas de frío. De la observación de las viviendas, se constató que sólo algunos ocupantes han tratado de aplicar estrategias para mejorar el desempeño térmico de sus viviendas en el período caluroso, colocando por ejemplo protecciones solares en los cerramientos vidriados y en los patios laterales.

4.4. Propuestas de los estudiantes para el mejoramiento de las viviendas: habitabilidad y confort térmico de los usuarios

En este proyecto trabajaron 60 alumnos reglamentados durante el segundo semestre de 2008, que desarrollaron 20 trabajos, donde por un lado diagnosticaron el desempeño térmico del proyecto actual y por otro propusieron mejoras al diseño para futuras intervenciones. Las clasificamos en propuestas sobre el espacio exterior y la implantación de las viviendas y sobre modificaciones en la tipología de la vivienda y sus componentes. Existe otro grupo de propuestas que se enfocan más a la relación del usuario con las propuestas de diseño.

Modificaciones en la implantación de las viviendas y en el diseño y tratamiento de los espacios exteriores y la envolvente de las viviendas.

Un cambio de partido propuesto fue aprovechar las ventajas de la orientación Norte para los cerramientos vidriados y no generar sombras de unas viviendas sobre otras. En la fig.7 sector izquierdo, se observa la modificación planteada a la implantación de viviendas que además de disminuir el impacto de las sombras arrojadas mejora la posibilidad de captación de vientos en el período caluroso, ya que permite una mayor permeabilidad de los flujos. También propusieron incorporar la presencia del vegetal como regulador del microclima, actuando como barrera de acuerdo a la dirección predominante de vientos en el período frío NE y a los vientos más fuertes (S) y como control de la radiación solar y las temperaturas de las superficies en el período caluroso.

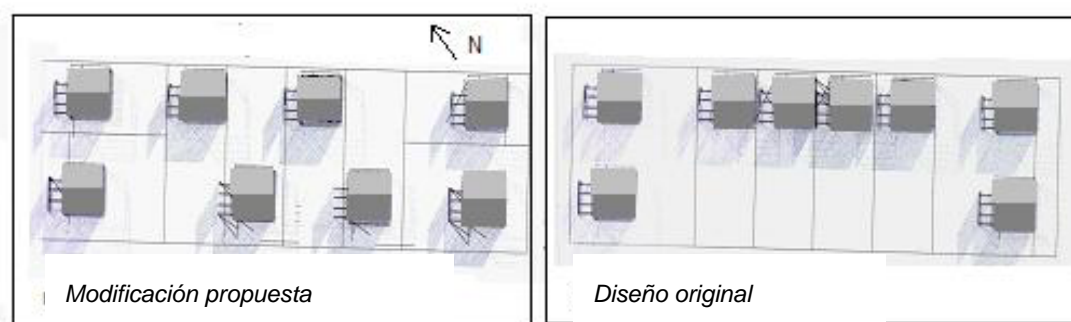


Fig. 7. Propuesta de modificación de implantación de las viviendas, Ogeda y Pérez, 2008.

Una de las estrategias de diseño más adecuada para el clima de Montevideo es el sombreado a partir de la colocación de dispositivos de protección solar, diseñados de tal modo que reduzcan la ganancia de energía solar en el período caluroso pero permitan la ganancia en el período frío. Las propuestas de los alumnos tienen estas características, ver figuras 8 y 9.



Fig. 8. Propuesta de colocación de enredaderas trepadoras en fachadas. Danreé y Ferreira, 2008



Fig. 9. Propuesta de colocación de protección horizontal verde. Fierro, 2008

Las propuestas van desde disponer en las fachadas de una piel verde compuesta por enredaderas trepadoras, hasta proteger todo plano horizontal. La colocación de vegetación en fachadas o en el techo provoca que en verano las hojas reduzcan de manera considerable la cantidad de energía solar que se recibe al interior. La evaporación y transpiración que se produce en los vegetales aporta un efecto de refrigeración. Según estudios, las temperaturas superficiales en lugares con vegetación es entre 1 y 3 °C inferior a la temperatura ambiente. Por el contrario, en invierno, el follaje de las plantas perennes actúa en cierto modo como aislante, ya que filtran el aire antes de que llegue a la fachada, reduciendo la pérdida de calor. El efecto de cámara de aire entre las hojas y la pared podría mejorar el aislamiento de fachadas expuestas a los vientos hasta en un 8 %, además de actuar como protección frente a la humedad provocada por la lluvia

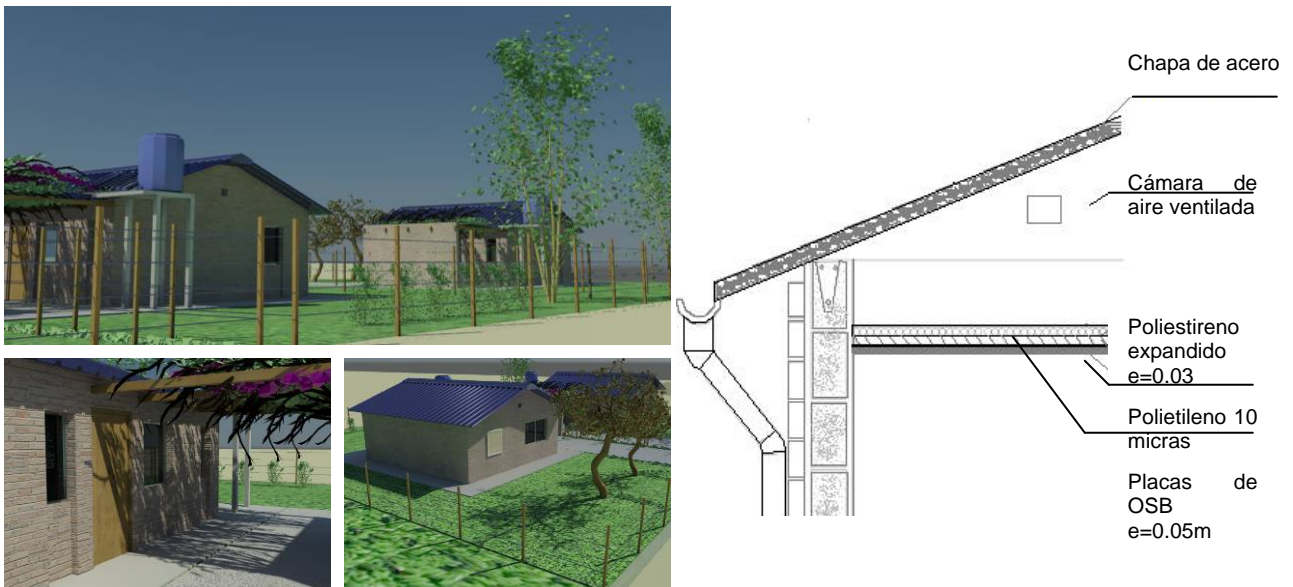


Fig. 10. Propuesta de captación de aguas pluviales. Epifanio, Jaunsolo y Serra, 2008.

Un grupo de estudiantes se planteó la preocupación de dirigir el proyecto de arquitectura de la vivienda hacia la sustentabilidad. Esto los llevó a tomar en consideración otros recursos y necesidades, como son el recurso agua y las actividades de los futuros usuarios. El equipo incorpora dispositivos para la captación de agua de lluvias y espacios para plantar (ver fig. 10).

Para poder reducir las pérdidas térmicas en la envolvente los estudiantes propusieron utilizar materiales de desecho, como el polietileno con burbujas de aire quieto de 2 cm de espesor utilizados para proteger electrodomésticos, que resulta más económico (fig. 11).

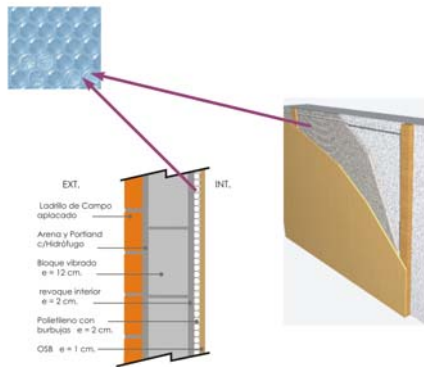


Fig.11. Propuesta de aislante utilizando bolsas con burbujas de aire quieto. Genes, Hernández y Remigio, 2008

Respecto a la ventilación natural se propuso, entre otros, el aprovechamiento de la ventilación por termosifón (ver fig. 12), evacuando el aire caliente y húmedo por medio de ventanas colocadas en la parte superior del techo y disponiendo además de registros en los cielorrasos de los dormitorios que vinculan ambas aberturas



Fig. 12 Propuesta de ventilación natural por termosifón. Genes, Hernández y Remigio, 2008

5. CONCLUSIONES

5.1. Cooperación en la mejora de las condiciones de vida

La apropiación de la tecnología por parte de los jóvenes constructores de Tacurú es un primer paso para mejorar sus condiciones de vida ya que pueden replicarlas en su propia vivienda, accediendo a una fuente de energía segura, renovable, reduciendo los consumos de energía eléctrica para el calentamiento de agua.

5.2. En la enseñanza de grado

El desafío de afrontar un problema concreto con usuarios que se pueden conocer y viviendas que se pueden relevar, así como de proponer y exponer recomendaciones desde el punto de vista del confort y el

control de la energía a los técnicos de la IMM y otros actores, se evaluó como muy positivo desde la perspectiva de los estudiantes y ello favoreció la integración de los conocimientos teóricos y prácticos. Asimismo se dieron lugar para interrogar a la experiencia que estaban desarrollando desde distintos puntos de vista.

5.3. En la formación de los docentes:

El desarrollo del proyecto de investigación- acción- participación desafió la práctica docente. Antes del comienzo del curso, en la elaboración de las pautas metodológicas de trabajo que favorecieran el abordaje de la realidad y la integración de los distintos actores en el proyecto. Durante el desarrollo de curso, momento en el que se integran los estudiantes al proyecto, en tanto los estudiantes fueron más demandantes que en cursos anteriores, ya que se involucraron de manera activa en sus propios procesos de apropiación de conocimiento y de reflexión. Todo ello se vio reflejado en el porcentaje de estudiantes que aprobó el curso y en el nivel de calificaciones. También en la inquietud de varios estudiantes de involucrarse en las actividades de la cátedra, quedando a la espera de poder presentarse a los llamados para estudiantes auxiliares.

6. REFERENCIAS

- AROSZTEGUI, J. "Ayuda al proyectista en sus decisiones tempranas para una arquitectura térmicamente confortable". 2º Encuentro Nacional de Conforto no Ambiente Construido, Florianópolis, Brasil, 1993.
- CHAUVIE, V. "Evaluación del desempeño térmico de sistemas constructivos no convencionales en viviendas sociales para el clima de Montevideo". Tesis de Maestría, UPM, Madrid, España 2006.
- CONSEJO MUNDIAL DE ENERGÍA, (2006) Alivio de la Pobreza Energética Urbana en América Latina. Tres Ciudades – Tres Enfoques. Sinopsis Disponible en: <http://www.worldenergy.org/documents/urbanenpov_sinopsises.pdf>. Acceso en: 4 de marzo 2009
- CONSTANTINO, SILVINA y otros. CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES (CFI) "Modalidad de Gerenciamiento de la Vinculación Tecnológica-Provincia de Bs. As. Definición del concepto de transferencia tecnológica".2004
- DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA, Balance energético 2007. Disponible en: <<http://www.miem.gub.uy/portal/hgxpp001?5,6,239,O,S,0,SRC;45;0;3387;N;SRC;MNU;E;48;3;MNU>>. Acceso en: 4 de marzo 2009
- OÑA, J. Energía Solar. Autoconstrucción de cocinas y calentadores de agua. Montevideo, 2006
- PICCIÓN, A; MILICUA, S. (2005). "Tratamiento de datos climáticos de localidades de Uruguay para evaluación térmica y energética de proyectos y edificios". Informe Final Csic, Montevideo.
- PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, PNUD (2006). Una alianza para el desarrollo. Informe anual. Disponible en: <http://www.undp.org/spanish/publicaciones/informeanual2006/IAR06_SP.pdf>. Acceso el: 4 mar. 2009
- SAN JUAN, G; ROSENFELD, E; DISCOLI, C; VIEGAS G. Transferencia de tecnología apropiada en servicios básicos para sectores de bajos recursos. Revista Avances energías Renovables de la Asociación Argentina de Energía Solar, Argentina, Vol. 8, N° 2,p. 37- 42. ago 2004
- SÁBATO, J; MACKENZIE, M. La producción de tecnología. Autónoma y transnacional. Editorial Nueva Imagen, Argentina, 1982
- UNIT- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. UNIT - ISO 9488:1999. Energía solar vocabulario. Montevideo, 2009.