

FACTIBILIDAD MORFOLOGICA Y ECONOMICA DE IMPLEMENTACIÓN DE COLECTORES SOLARES PARA CALENTAMIENTO DE AGUA DE USO DOMESTICO EN EL AREA METROPOLITANA DE MENDOZA, ARGENTINA.

Arboit, Mariela y de Rosa, Carlos

Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales INCIHUSA - CONICET
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)
C.C. 131, (5500) Mendoza, Argentina.
Tel. 0261-5244054 -E-mail: marboit@lab.cricyt.edu.ar

Resumen

El objetivo del trabajo es determinar la factibilidad morfológica y económica de la implementación de colectores solares para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en entornos urbanos típicos, con el objetivo de guiar el crecimiento de la ciudad en el aprovechamiento de energía solar.

El trabajo presenta un diagnóstico del uso potencial de energía solar en el Área Metropolitana de Mendoza (AMM), considerando la disponibilidad de superficies para alojar colectores para calentamiento de agua para uso doméstico, y eventualmente la generación fotovoltaica.

Los resultados obtenidos demuestran que en las áreas urbanas de baja densidad, el predominio de la superficie de techos asoleada (81.5%) con relación a las áreas de fachadas norte (18.5%), es notorio, la obstrucción sobre techos de los ramajes desfoliados de las especies arbóreas utilizadas es porcentualmente bajo en promedio un 5% para los meses en estudio. En media densidad los valores del total de áreas asoleadas potencialmente disponibles en techos son de (60%) y en fachadas norte (40%).

Se debe pensar por lo tanto en las ventajas económicas y ecológicas del calentamiento de agua con energía solar que promueven el ahorro del uso de gas natural.

El trabajo presenta los primeros resultados de un estudio orientado a definir criterios de diseño urbano adecuados en ciudades andinas, que permitan a sectores responsables de la producción del hábitat gestionar, diseñar e implementar respuestas de diseño técnica, económica y jurídicamente viables hacia el futuro, en el marco del desarrollo urbano ambiental y energéticamente sustentable.

Palabras clave: Desarrollo urbano sostenible, Morfología urbana y factibilidad económica, Potencial Solar.

Abstract

The study aims to establish the morphological and economic feasibility, in order to guide the city's morphological growth, in order to maximize the use of solar energy for domestic water heating in urban buildings.

It proposes a significant contribution to the sustainable environmental and energetic development of urban building stocks in Andean cities, taking urban morphology as main thematic axis, departing from the reference situation (present without changes) and its foreseeable evolution in short and mid terms.

A diagnosis of the solar potential of low-density urban environments in Mendoza's Metropolitan Area (MMA), is presented considering the availability of the resource for water heating and eventually for photovoltaic generation.

The results obtained demonstrate that, in low-density urban areas, the predominance of isolated roofs (81.5% related to the North façades (18.5%) is noticeable. The masking from arboreal species'

masked tree branches is perceptually low (5%) for the months of this study. In middle density values of total insolated areas potentially available on roofs is (60%) and North façades (40%).

It is therefore due to think on the economic and ecological advantages of the solar water system that permit savings of natural gas.

The paper presents the first results of a study oriented at defining adequate urban design criteria in Andean cities, allowing responsible sectors of the habitat's production, to manage, design and implement technical, economic and legally viable strategies towards the future, within the frame work of environmental and energy sustainable development.

Keywords: Sustainable urban development, Urban morphology and economic feasibility, Solar potential

1. INTRODUCCIÓN

El sistema energético actual en Argentina está conformado en su mayor parte por el uso intensivo de combustibles fósiles, con impactos negativos sobre el medio ambiente por lo que la reducción de los consumos energéticos y su progresivo reemplazo por energías renovables es imperativo.

El agua caliente constituye un consumo energético importante en una vivienda teniendo diversos usos. A nivel internacional existen algunos estudios de medida de este consumo. En general se considera que un consumo medio típico es del orden de los 50 litros por día y persona. En los países en desarrollo este consumo constituye entre el 30 y el 40% del consumo de energía de un hogar, este porcentaje es mayor que en los países desarrollados, donde el consumo de energía para producir agua caliente sanitaria (ACS) se supone del 26% del consumo total de la vivienda.

En la provincia de Mendoza, Argentina excluyendo el Consumo Propio (consumo de energía en yacimientos de hidrocarburos, refinerías, y otras. Consumo Propio=Consumo Neto Total - Consumo Útil Total) y el Consumo no energético (derivados del petróleo no usados como fuentes de energía- aceites, solventes, etc.-) la participación del sector residencial en el consumo energético total provincial se ubica en segundo lugar y es del 30.97%, se destaca la participación de la industria que explica alrededor del 37.66% del total seguido por el sector transporte con un 16.39%, los sectores productivo rural y servicios exhiben participaciones menores al 10% con una eficiencia del 55.6% (Rendimiento=Consumo Útil Total/ Consumo Neto Total) (Abastecimiento Bruto Total – Consumo Útil Total) , lo que significa que casi la mitad de la energía consumida presenta pérdidas de transformación, transporte, distribución y de utilización.

Del 100% de la energía utilizada en el sector edilicio doméstico urbano, el 37.8% del consumo corresponde a calefacción y el 30.8% a calentamiento de agua, el 6.5% a conservación de alimentos, a cocción de alimentos el 9.3% a refrigeración y ventilación el 0.7% a iluminación el 0.2% y finalmente 11.7% a otros artefactos (incluyendo bombeo de agua, y motores domésticos) (Figura 1)

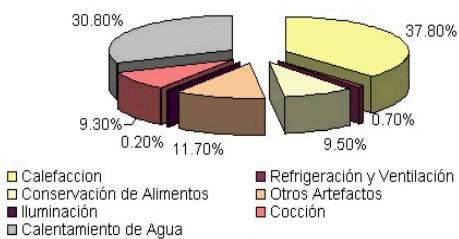


Figura 1: Consumo energético, sector edilicio.



Figura 2: Porcentaje de uso de gas distribuido

En relación a la principal fuente de consumo en el sector doméstico urbano el mayor valor corresponde al gas distribuido, que explica el 67.7% del consumo total en el sector, seguido en orden de importancia por la electricidad con un 22.6% y el gas licuado por un 7.2%. La participación del resto de las fuentes

en el sector es prácticamente marginal.

Los mayores usos de gas distribuido ocurren en la calefacción (48% del total), calentamiento de agua (42%) y cocción (10%). Los dos usos citados calefacción y calentamiento de agua explican el 90% del consumo total de la fuente. (Figura 2)

A nivel mundial, el calentamiento de agua se ha convertido en el segundo uso energético doméstico en importancia después de la calefacción y la refrigeración. Por esta razón, el calentamiento de agua mediante energía solar, más allá de ser una alternativa ecológica, se ha convertido en una tecnología económicamente atractiva y competitiva en muchos países. La energía solar directa es considerada como prácticamente ilimitada. En la región existe un gran potencial para el desarrollo de la energía solar como una fuente alternativa, ya que cuenta con una radiación solar global media anual de 18,06 MJ/m² día, su carácter distribuido es un beneficio adicional, dado que en muchos casos existe un estado de subdesarrollo de la infraestructura de servicio y de las redes de distribución energética, sin embargo, hasta ahora no se han dado las condiciones para facilitar su uso, los beneficios ambientales del uso de calefones solares incluyen dos vertientes: las de carácter local, que generan reducciones en emisiones de productos de la combustión, como los óxidos nitrosos (NOx) y monóxido de carbono (CO), y los beneficios ambientales globales derivados de menores reducciones de emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Además, a menor consumo de combustibles, disminuyen también las potenciales fugas y, las emisiones de estos compuestos hidrocarburos que pueden contribuir a la formación de ozono troposférico mediante procesos fotoquímicos.

En el sector doméstico del Área Metropolitana de Mendoza (AMM), la tecnología predominante para el calentamiento de agua es el calefón a base de gas natural. Se estima que el 73.6% de los hogares de la provincia poseen gas de red según el censo 2001.

2. METODOLOGÍA

La energía solar disponible (radiación solar total incidente sobre los colectores solares), ha sido calculada considerando los resultados de las mediciones de radiación disponibles y teniendo en cuenta la inclinación de los paneles solares y su azimut.

Los datos de la energía útil producida por el sistema solar se han calculado a partir de:

$$P_u = \dot{m} c_p (T_{out} - T_{in}) \quad (1)$$

Donde: Cp = capacidad calorífica del agua

Se ha asumido que el cociente entre la energía útil disponible y la energía producida, es constante durante todo el año.

$$E_u = \bar{\eta} E_s \quad (2)$$

Donde:

$$E_u = \text{Energía útil producida (kWh/día)}$$

$$E_s = \text{Energía solar disponible sobre el plano del colector (kWh/día)}$$

$$\bar{\eta} = \text{Promedio diario de eficiencia del equipo solar}$$

El número de personas y el hábito de consumo de agua caliente son importantes para el cálculo. Se ha tomado un valor estándar de 45 l/día por persona y se ha calculado para una familia de 4 personas. Se asumen diferencias debidas a las necesidades asumidas de ACS respecto a las situaciones reales.

2.1. Evaluación del recurso solar

La recopilación, procesamiento y archivo de los datos climáticos de la provincia de Mendoza, se ha desarrollando en el UID, en forma sistemática y progresiva desde 1987, contándose con información completa de 20 estaciones dentro del territorio provincial y 3 en zonas de provincias vecinas cercanas a los límites de Mendoza.

Se seleccionaron las estaciones con sus respectivos datos para realizar los mapeos, obteniendo un máximo grado de cobertura de la información climática básica, relevante desde el punto de vista ambiental y energético para ser utilizada en los cálculos energéticos del parque edilicio.

Mediante la interpolación de los datos meteorológicos se logró el mapeo de las isolíneas correspondientes a la RADIACIÓN SOLAR que fue calculada a partir de datos meteorológicos reales (SMN década 80 - 90), que tienen en cuenta la radiación global (radiación directa + difusa), sobre plano horizontal a cielo abierto, es decir, sin ninguna obstrucción de la visión de la bóveda celeste. En los valores horarios de radiación se tienen en cuenta las cantidades de radiación medias, habiendo considerado los valores de la heliofanía relativa (cantidad de radiación real en condiciones de cielo claro). La radiación solar es uno de los recursos más importantes considerando que es la mayor fuente de energía disponible en la zona.

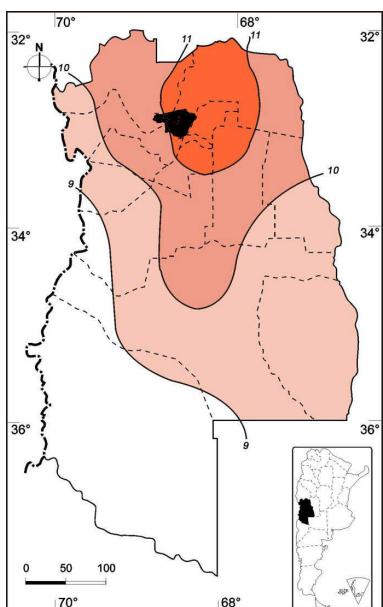


Figura 3: Radiación Solar Invierno (MJ/m^2)

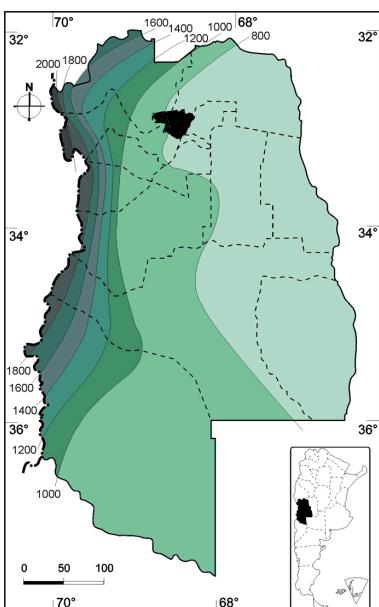


Figura 4: GD anuales de calefacción (Base 16°C)

Los valores de radiación para la provincia de Mendoza son:

- Radiación solar de invierno para el mes de junio, julio y agosto de 11 (MJ/m^2) para el norte de la provincia, 10 (MJ/m^2) en la zona central y 9 (MJ/m^2) para el sur. En tanto en épocas estivales la radiación alcanza valores de 25 (MJ/m^2) (Figura 3)

- Radiación solar anual es de 19(MJ/m^2) para el centro-norte de la provincia estaciones (8 Junín, 18 San Martín y 19 Lavalle), 18(MJ/m^2) en la zona central, 17 (MJ/m^2) oeste y centro sur y 16 (MJ/m^2) para el sur.

Para la zona del Área Metropolitana de Mendoza AMM, el valor de radiación en invierno es de 11 (MJ/m^2) diarios de radiación solar, y a 45° se obtienen 15,56(MJ/m^2). Si se considera el rendimiento medio del colector solar en 47% la energía solar disponible sobre el plano del colector es de 7,31 Mj/m^2 ; la temperatura media del agua fría es de 12°C (media ambiente de la zona centro del país) y se requieren 42°C para el agua caliente en una ducha.

Entonces $Q = (45 \text{ l/día-persona}) \times (4 \text{ personas}) \times (4,2 \text{ Kj/litro}) \times (42 - 12^\circ\text{C}) = 22.680 \text{ Kj/día} = 22,7 \text{ Mj/día}$. Esto significa por día $Q=22,7 \text{ Mj/día} = (7,31 \text{ Mj}/\text{m}^2) \times (A (\text{m}^2))$. De donde el área $A = 3,1 \text{ m}^2$.

2.2. Determinación de las áreas colectoras

Para la determinación de las áreas colectoras, en cada caso es preciso discriminar: el área potencialmente colectora disponible, el área colectora efectiva y las posibilidades de aprovechamiento solar real. Para el cálculo se realizó la construcción de un archivo gráfico-computacional contenido

la información de 76 unidades (manzanas urbanas) de análisis seleccionadas (32 de baja densidad edilicia y 44 de media densidad). A partir de un relevamiento fotográfico in-situ del espacio se obtuvo información del contexto complementaria.

Sobre la base de la información y la digitalización de las imágenes se conforman modelos 3D, de las volumetrías de cada manzana. A continuación se insertaron las volumetrías del arbolado urbano tomando como referencia la morfología, escala y ubicación de cada elemento vegetal relevado.

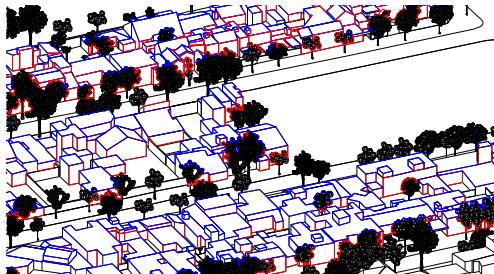


Figura 5: Imagen del cálculo área colectora con obstrucción del arbolado.

La superficie asoleada se calculó mediante el uso de un modelo gráfico-computacional (Mesa, 2000), que permite determinar el asoleamiento real de volumetrías urbanas complejas sobre fachadas al norte (calefacción de espacios) y techos (calentamiento de agua). La superficie asoleada se considera como la sumatoria de la totalmente asoleada más la parcialmente asoleada (afectada por el arbolado urbano) (Cantón, M. et al., 2003), para cada unidad de análisis durante el ciclo anual de calefacción.

2.3. Evaluación económica

En la zona del Gran Mendoza en promedio existe una vivienda cada 4 personas se asume un equipos de 3 m² por lo que se establece dicha medida como caso de análisis.

En Argentina, el valor actual del equipo es de \$ 9300.00 para el sistema completo de termosifón, que consiste en dos colectores de 1,5 m² más un termostanque de 266 litros de capacidad (el costo del equipo incluye transporte sin la instalación). (Datos Provistos por INNOVAR S.R.L).

Los cálculos fueron realizados tomando como referencia que: un calefón solar con un colector de 1 m² ahorra anualmente 1260 Mcal lo que equivale a 105 kg de gas licuado envasado y a 135.50 m³ de gas natural de red.

El objetivo de la evaluación económica es la obtención de elementos de juicios necesarios para la toma de decisiones al momento de decidir la implementación de calefones solares; se calcula a. Valor Actual Neto, b. Tasa Interna de Retorno.

a. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Se actualiza a valor presente los flujos de caja futuros que van a generar la implementación de calentamiento de agua solar, descontados a un cierto valor de interés ("la tasa de descuento"), y compararlos con el importe inicial de la inversión. Como tasa de descuento se utiliza normalmente el costo de oportunidad del capital de la empresa que hace la inversión.

$$VAN = So + \sum \frac{St}{(1+i)^n} \quad (1)$$

Donde:

VAN = Valor actual neto.

So = Inversión inicial.

St = Flujo de efectivo neto del periodo.

N = número de periodos de vida del proyecto.

i = tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA).

b. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Se define como la tasa de descuento o tipo de interés que iguala el VAN a cero, es decir, se efectúan tanteos con diferentes tasas de descuento consecutivas hasta que el VAN sea cercano o igual a cero y obtengamos un VAN positivo y uno negativo.

Si TIR > tasa de descuento (r): El proyecto es aceptable.

Si TIR = r: El proyecto es postergado.

Si TIR < tasa de descuento (r): El proyecto no es aceptable.

Este método presenta más dificultades y es menos fiable que el anterior, por eso suele usarse como complementario al VAN.

TIR está íntimamente relacionado a VAN, la función valor neto actual. La tasa de retorno calculada por TIR es la tasa de interés correspondiente a un VAN igual a 0 (cero).

3. RESULTADOS

3.1. Calculo de áreas colectoras

En las Figuras 6 y 7 se presentan los valores del total de áreas asoleadas potencialmente disponibles para las 32 unidades de análisis seleccionadas de baja densidad: en techos (81,5%) y en fachadas norte

(18.5%). Para las 44 unidades de análisis seleccionadas de media densidad los valores del total de áreas soleadas potencialmente disponibles en techos es de (60%) y en fachadas norte (40%)

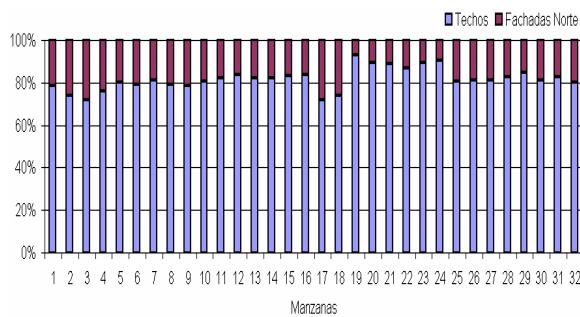


Figura 6: Porcentaje de áreas soleadas potencialmente disponibles en fachadas norte y techos. Baja densidad.

Los resultados obtenidos demuestran que en la baja densidad, el predominio de la superficie de techos soleada con relación a las áreas de fachadas norte, es notorio. Si bien en media densidad estos valores son notablemente inferiores, el porcentaje es alto para posibilitar la instalación de colectores solares. Se debe pensar en el aprovechamiento de manera de maximizar el uso potencial de energía solar, considerando el calentamiento de agua para uso doméstico, la calefacción de espacios y eventualmente generación fotovoltaica.

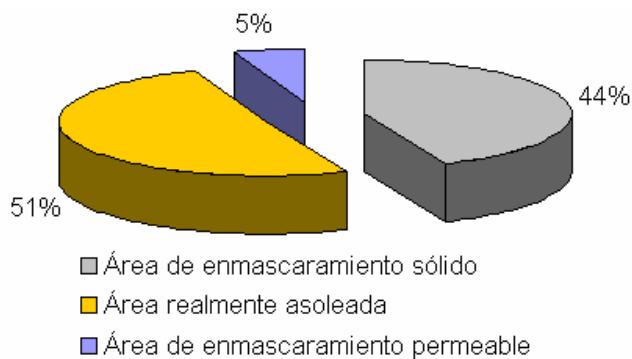


Figura 8: Evaluación de áreas colectoras en baja densidad edilicia.

La superficie realmente soleada en áreas de baja densidad que puede obtenerse en techos se ha calculado y puede decirse que existe una media de 1850 m² soleados por manzana de baja densidad y 3980 m² soleados en manzanas de media densidad. Estos valores cumplen ampliamente las necesidades de calefacción de agua. (Figuras 9 - 11)

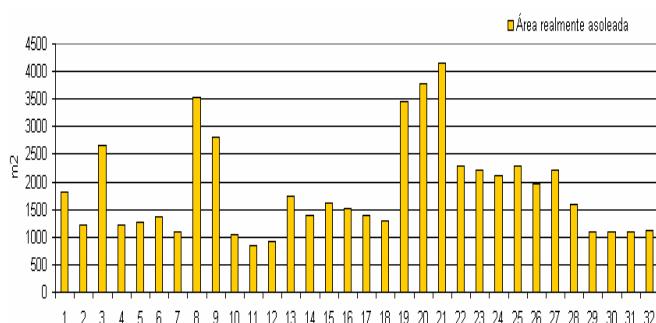


Figura 9: Valores de áreas realmente soleadas de techos por escenarios evaluados.

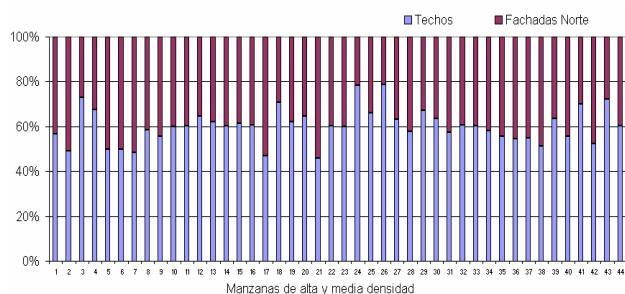


Figura 10: Porcentaje de áreas soleadas potencialmente disponibles en fachadas norte y techos. Media densidad.

En esta etapa se evaluó el área potencialmente colectora total en techos y se calculó el enmascaramiento sólido que disminuye en un 44% las áreas de techos donde es factible la colocación de calefones solares en baja densidad edilicia. Debe tenerse en cuenta, además, que la obstrucción sobre techos de los ramajes desfoliados de las especies arbóreas utilizadas es porcentualmente bajo, con una media de un 5% esto por la influencia negativa de la arboleda urbana pública o privada en los meses de estudio.(Figura 8)

Las superficies asoleadas son posteriormente relacionadas con el área de la manzana y con el volumen edilicio.

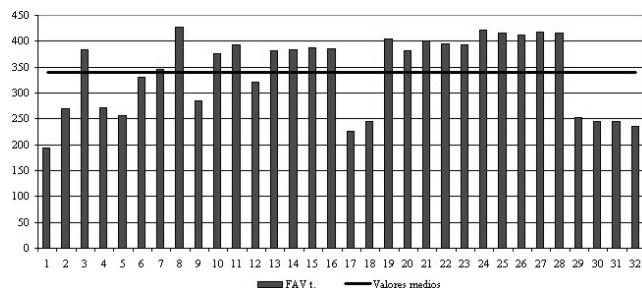


Figura 11: Valores calculados del Factor de Asoleamiento Volumétrico de Techos en baja densidad edilicia.

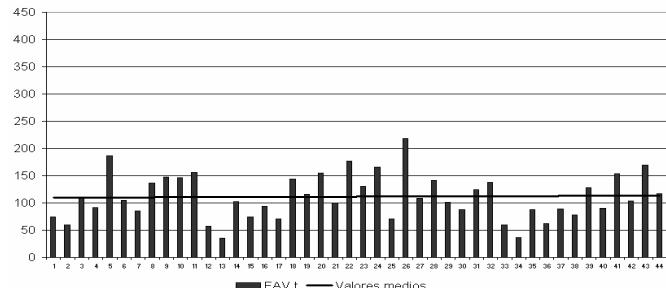


Figura 12: Valores calculados del Factor de Asoleamiento Volumétrico de Techos en media densidad edilicia.

En el caso de la menor disponibilidad de energía en techos en relación al volumen construido (escenario 1), la morfología edilicia heterogénea representa una desventaja por la irregularidad en la pendiente de techos que bloquea parte de la radiación incidente sobre la superficie, y un aumento substancial de la densidad del edificio. (Arboit, et al. 2007)(Figura 11)

El estudio de sombras debe: 1. garantizar el pleno asoleamiento del colector, 2. considerar las sombras arrojadas por el propio equipo que cubren 5.34m² (Figura 12) si se considera un colector de 3 m² para una familia, el área de techos enmascarada por el propio colector es de 8 m² sobre plano horizontal.

El asoleamiento disponible en invierno en baja densidad responde holgadamente esta necesidad, (50.40m² de superficie de techos asoleados en viviendas de un nivel y 25.20 m² en dos niveles) por lo tanto es suficiente también para verano con la presencia de: una menor carga térmica y una mayor intensidad de radiación solar en la estación.

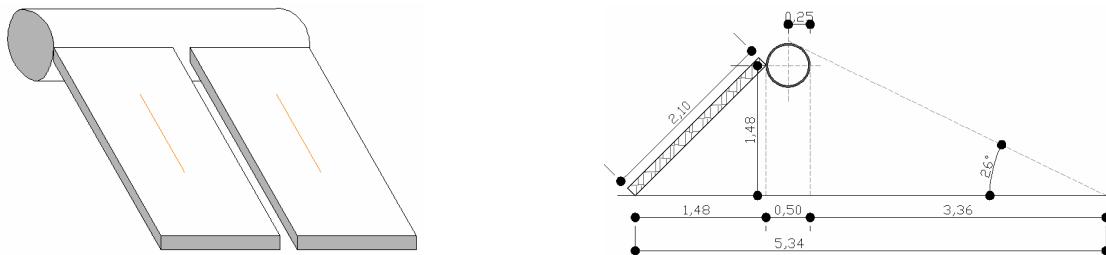


Figura 12: Perspectiva y corte de calefón solar.

3.2. Evaluación Económica

Una vivienda que utiliza gas licuado envasado en la cual es posible la instalación de un equipo de 2.5m² de colector, consume anualmente 262.5 Kg. de gas, si el precio del gas por Kg. es de \$ 1.60 (el precio de la garrafa social es de \$16 por 10 kg, y se considera un rendimiento del 66% el costo ahorrado anual es de \$ 277.2/ año. El ahorro anual implementando la tasa mínima atractiva del 5.5% da como resultado 36 años de recupero de la inversión y sin la posibilidad de reponer el equipo al finalizar su vida útil calculada en 20 años.

Si el calefón de la vivienda es a base de gas natural consume 406.5m³ anuales el precio del gas por m³ es de 0.192649 el (precio actual sin IVA a mayo 2012) costo ahorrado es de \$94.76/ año. Se necesitarían aproximadamente 140 años para el recupero con el precio nacional del gas. Considerando el subsidio del estado (Res. ENARGAS I-1982/11. Fecha de vigencia: A partir de 1/12/2011).

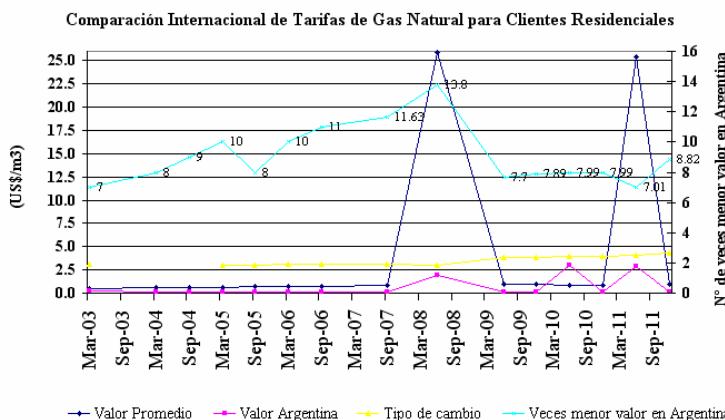


Figura 10: Evolución de las Tarifas de Gas Residencial de Marzo de 2003 a Diciembre de 2011

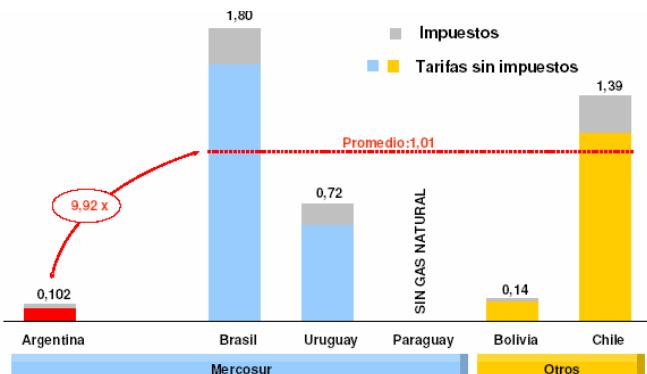


Figura 11: Tarifa residencial del Gas Natural: Comparación Mercosur. Diciembre de 2011 (U\$S/m³) (Metrogas2011)

La evaluación económica se realizó considerando la tarifa internacional residencial media calculada a valor dólar U\$S 0.90, incluye las tarifas con impuestos a los ingresos brutos e impuestos nacionales a las ventas e excluye otros impuestos provinciales y/o municipales para una consumo anual referente de 1200 m³.

Estos valores a un tipo de cambio actual de \$4.28 por dólar, y \$6.14 por el dólar paralelo arroja un costo de pesos argentinos \$3.852 por m³ y \$5.526 por m³ de gas residencial.

La vivienda consume 406.5m³ anuales en calentamiento de agua y la eficiencia del equipo es del 66% por lo que el ahorro posible de gas es de 268.29m³.

El ahorro real es entre \$1033.45 y \$1482.57 anuales dependiendo del tipo de cambio, si calculamos el VAN necesitarías aproximadamente nueve años con el dólar oficial y seis años para el recupero con el precio internacional del gas a un precio dólar paralelo. (Tabla 2 y 3)

Inversión Inicial=\$ 9 300.00	Inversión Inicial=\$ 9 300.00	Inversión Inicial=\$ 3 250.50
Tasa mínima atractiva= 5.5% anual	Tasa mínima atractiva= 5.5% anual	Tasa mínima atractiva= 5.5% anual
Ahorro anual= \$1033.45	Ahorro anual= \$1482.57	Ahorro anual= \$ 671.79
U\$S 1 = \$4.28	U\$S 1 = \$6.14	U\$S 1 = \$3.03
VAN	VAN	VAN
8457.4	16174,5	8292.6
TIR	TIR	TIR
8%	15%	21%

Tabla 2

Tabla 3

Tabla 4

Tabla 2 y 3: Comparación económica en mayo de 2012.

Tabla 4: Valores en 2008.

Si comparamos estos valores con los datos de 2008 existe un claro deterioro de la situación actual. En 2008 el equipo se amortizaba en 4 años en 2012 hacen falta entre 6 y 9 años. Hay un claro perjuicio en

Si sumamos el Cargo por el Costo Gas Importado el precio del gas por m³ considerado para Mendoza es de 0.366649 (precio actual sin IVA a mayo 2012) el costo ahorrado es de \$180.34181/ año. Se necesitarían aproximadamente 60 años para el recupero.

La tarifa residencial de gas natural argentina en una comparación internacional es 8.82 veces menor que la media. Si se considera sólo los países limítrofes en comparación, la tarifa es 9.92 veces menor que la media. (Figuras 10-13).

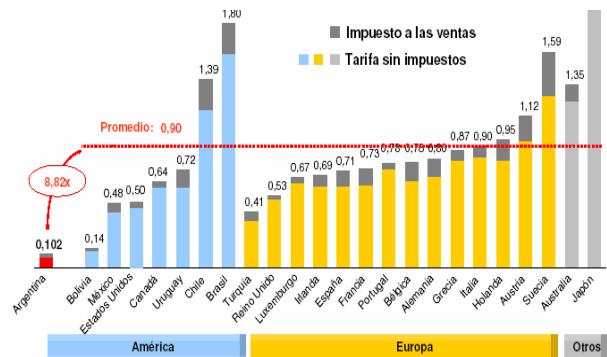


Figura 13: Tarifa residencial del Gas Natural: Comparación internacional. Diciembre de 2011 (U\$S/m³) (Metrogas2011)

la factibilidad económica de instalación de sistemas solares alternativos.

En cuanto al valor TIR disminuye del 21% en 2006 al 8 % en 2012 aún sería viable la inversión si tomamos en cuenta el valor del dólar paralelo.

4. CONCLUSIONES

La energía solar para calentamiento de agua es una solución viable para los entornos construidos residenciales. La implementación de calefones solares ayuda a reducir el consumo de combustibles (petróleo, gas, electricidad) y su consecuente impacto ambiental.

Como puede establecerse luego de analizar los resultados las áreas soleadas disponibles en techos son abundantes, cuando se trabaja con un objetivo a mediano y largo plazo resulta inaceptable que una importante cantidad de energía no pueda ser aprovechada, para el mismo uso, especialmente cuando se trate de grandes áreas soleadas. Para “superar” tentativamente esta limitación se propone estudiar la implementación de ganancia directa por techos y eventualmente la generación fotovoltaica, la validez de esta suposición y su viabilidad económica, debe ser puesta a prueba por estudios futuros.

El atraso tarifario, producto de un congelamiento de precios para el sector del gas natural en el pasado próximo, encierra riesgos de colapso para el sector energético. El estado no tiene, además, un interés claro y manifiesto por implantar energías renovables ni programas de fomento.

Las reglamentaciones municipales vigentes (Códigos de Edificación) que regulan las construcciones en medios urbanos, no contemplan la utilización de equipos de calentamiento de agua ni reglamentan el recurso solar. Si bien las Ordenanzas Municipales representan un esfuerzo interesante para mejorar las condiciones ambientales queda aún pendiente, definir lineamientos de diseño que sirvan de base a una legislación futura que controle variables significativas para la optimización y generalización del aprovechamiento solar en entornos urbanos. El incremento del precio de las energías convencionales impulsará el crecimiento continuo de la energía solar en todo el mundo y se espera un mayor fortalecimiento de la demanda de energía verde.

Ante la actual estructura económica de los combustibles fósiles, la adecuación de instrumentos y fomentos será clave para alcanzar la sustentabilidad energética en el futuro.

5. REFERENCIAS

- Arboit, M et al. (2005). "Potencial energético de la ganancia solar directa en medios urbanos consolidados de zonas áridas andinas." AVERMA, Ed. Milor, Salta, Argentina.
- Cantón, M.A., et al. (2003). "Assessing the solar resource in forested urban environments: results from the use of a photographic-computational method. Architectural Science Review, Vol. 46.
- CONAE (2007). Programa para la promoción de Calentadores de agua Solares en México. Procalson, México D.F. CNAE – Comisión Nacional para el Ahorro de Energía de México.
- Follari y A. Fasulo. VEINTE AÑOS CON LOS CALEFONES SOLARES ARGENTINOS. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 5. 1998. ISSN 0328-932X
- Givoni, B. (1998). "Climate considerations in building and urban design" John Wiley & Sons, Inc. USA.
- Goulding, J. et al. (1994). "Energy in Architecture. The European Passive Solar Handbook. C.E.C. INNOVAR S.R.L.
- Meadows, D. H., et al. "Beyond the limits". Earthscan Publications Limited. London. 1992.
- Mesa N. A. et al.(2000). "Determinación de áreas de fachadas potencialmente colectoras en medios urbanos, a través de un modelo gráfico computacional". Memorias del Ises Millennium Solar Forum 2000, ANES, México, D. F.
- Metrogas. Comparación Internacional de Tarifas de Gas Natural para Clientes Residenciales e Industriales a Septiembre 2005. (Metrogas, 2005)
- Ministerio de Ambiente y Obras Publicas. (1998). "Estudio energético integral de la provincia de Mendoza". Mendoza, Argentina.
- Municipalidad de Mendoza (2000). "Código de Edificación", Ordenanza Nº 3296/14975/1996".