

Área B - Investigación

Eje temático 2: Tecnología de la sustentabilidad

EVALUACIÓN DE TRES JARDINES MATERNALES MUNICIPALES EN LA CIUDAD DE NEUQUEN. SU COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO Y ENERGÉTICO EN VERANO.

EVALUATION OF THREE MUNICIPAL MATERNAL GARDENS IN THE CITY OF NEUQUEN. ITS HYGROTHERMAL AND ENERGY BEHAVIOR IN SUMMER.

M. Belén Birche, Jorge D. Czajkowski, Analía F. Gómez, Julián Basualdo
Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAyHS FAU UNLP / CIC / CONICET), Facultad de
Arquitectura y Urbanismo, *Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina*
layhs@fau.unlp.edu.ar

RESUMEN

En el verano del año 2020 se auditaron tres jardines maternos de gestión municipal en la ciudad de Neuquén, con financiamiento de un proyecto Euroclima+. Su construcción corresponde a tres períodos históricos de los '50 al 2000. Se instaló instrumental automático por 7 días para monitorizar el comportamiento higrotérmico interior y exterior y se registraron consumos de energía eléctrica y gas natural. Fue objetivo, el conocimiento del comportamiento y eficiencia energética de edificios de gestión municipal. Se presentan los resultados obtenidos y recomendaciones de diseño con fines de rehabilitación.

ABSTRACT

In the summer of the year 2020 three maternal municipal management gardens were audited in the city of Neuquén, with financing of an Euroclima+project. Its construction corresponds to three historical periods of the '50 to 2000. Automatic instruments were installed for 7 days to monitor the internal and exterior hygrothermal behavior and consumption of electricity and natural gas were recorded. It was objective, the knowledge of the behavior and energy efficiency of municipal management buildings. The results obtained and design recommendations are presented for rehabilitation purposes.

PALABRAS CLAVES: edificio, municipios, sustentabilidad, auditorías, eficiencia energética.

KEY WORDS: building, municipalities, sustainability, audits, energy efficiency.



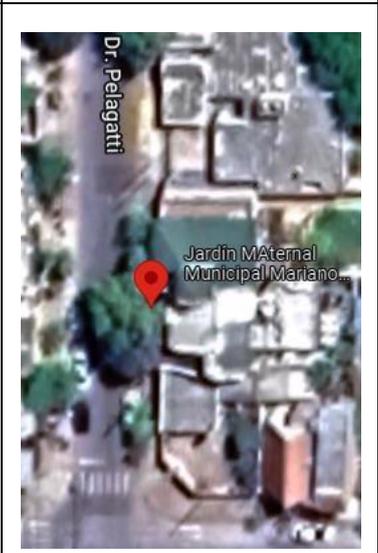
INTRODUCCIÓN

El Proyecto EUROCLIMA + “Edificios Municipales Energéticamente Eficientes y Sustentables” permitió financiar una campaña de auditorías energéticas en varios municipios del país. En este caso se auditaron 6 edificios en la Ciudad de Neuquén de gestión municipal de los cuales en este trabajo analizaremos tres de ellos. En todos los casos jardines maternos de tres momentos históricos diferentes de las décadas del `60, `70 y `90 que poseen características diversas en imagen, materialidad y similitudes en el uso de la energía.

La ciudad de Neuquén (Lat: 38°57’07”S Long: 68°03’33”O) es una de las de mayor crecimiento en el país (+14,8 ‰) que cuenta con 231198 hab (INDEC 2010) y una densidad de 1807 hab/km². El clima es seco desértico frío, también considerado semiárido BSk según la calificación de Köppen y muy frío VI (IRAM 11603). Al encontrarse en zona patagónica desde siempre cuenta con altos subsidios al consumo de energías (electricidad, gas natural, combustibles líquidos) y económicamente es una capital nacional de los combustibles fósiles.

Así se monitorearon los Jardines maternos “Eva Perón” en calle Candelaria 300, “Mariano Moreno” en calle Dr Pelagatti y Domuyo y “Eluney” en calle Belgrano 1600; localizados en el área urbana de la ciudad.

Tabla 1: Vista de satélite y de una fachada de los edificios. Fuente: Google maps y propia.

Jardín Maternal Municipal “Eva Perón”	Jardín Maternal Municipal “Mariano Moreno”	Jardín Maternal Municipal “Eluney”
		
		

Auditorías energéticas de edificios municipales en Argentina. Proyecto: Euroclima+

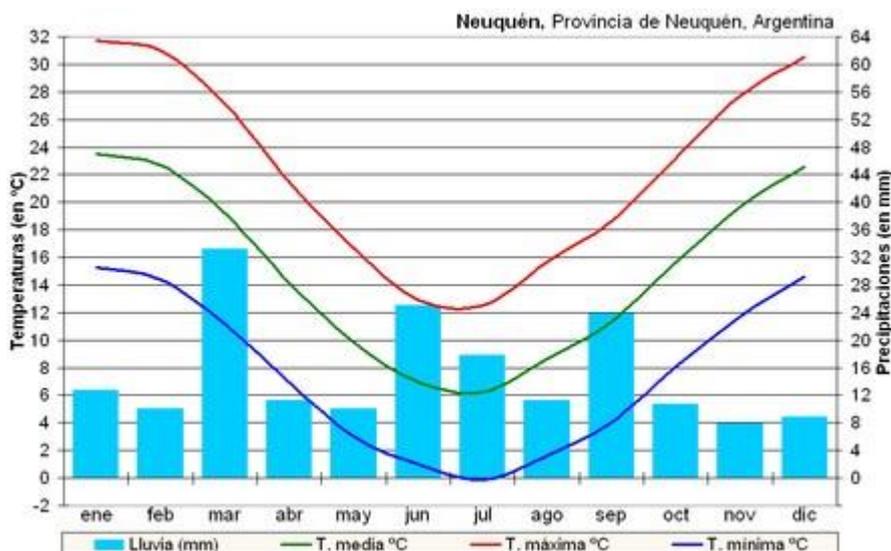


Fig. 1: Climograma de la Ciudad de Neuquén. Fuente: Wikipedia.

METODOLOGÍA

En febrero del 2022 se realiza la primera visita a los edificios y con fecha 8/2/22 se instala el instrumental y el 14/2/22 se lo retira permitiendo monitorear durante 6 días el consumo de energía en verano con los edificios sin operar y registrando cada 15 minutos la variación de temperaturas y humedad en el interior y exterior.

Se utilizaron microadquisidores de datos HOBO U23-001 con resguardo meteorológico; modelo U12-012; modelo U10-003 y modelo UX100-003. Una cámara termográfica marca Testo modelo 815. Un distanciómetro, una cinta métrica de 10m y herramientas varias.

El equipo de dos integrantes recorrió los edificios relevando sus principales características acompañados de un funcionario municipal el Sr. Rubén Vilnes y en cada edificio por sus directoras. Se realizaron encuestas de percepción ambiental y del confort a las docentes y empleadas presentes. Se prevé realizar la visita de invierno en el mes de julio del 2022 para conocer el comportamiento y consumo de energía durante el período de calefacción.

El procedimiento es una evolución de los que se vienen haciendo desde 1986, en lo que era el IDEHAB FAU UNLP para el Proyecto Audibaires de Secretaría de Energía de la Nación y proyectos sucesivos hasta el presente.

Con posterioridad y al contar con documentación gráfica provista por el municipio se realizará un análisis térmico y energético mediante una aplicación desarrollada ad-hoc para el Producto 6 en Excel y que usa las Normas IRAM 11601, 11605, 11604, 11659 y 11900 como referencia. Se usan los datos bioclimáticos de la localidad. Los datos se toman de la Norma IRAM 11900/18 que muestra datos mensuales de temperaturas medias (°C) y radiación solar media (W/m²). Además, se completa la información requerida para las auditorías (Encuestas de percepción, verificación de plani-altimetría, mediciones de consumo, relevamiento de materialidad de la envolvente, relevamiento de equipos de calefacción, refrigeración y cantidad de personas, termografía, etc.).

ALGUNOS RESULTADOS

- Consumo de energía

Auditorías energéticas de edificios municipales en Argentina. Proyecto: Euroclima+

La Tabla 2 muestra los consumos de energía donde se ve que los edificios vacíos tienen un consumo promedio diario durante el verano en gas natural de 2.38 m³/día y en energía eléctrica de 20.04 kWh/día. El edificio que más consumió fue el Mariano Moreno que cuenta con cuatro salas de infantiles, un amplio SUM, cocina comedor y administración y al momento de la visita las docentes preparaban la pronta apertura del establecimiento. En este caso se registró un consumo de 30.5 kWh/día.

Tabla 2: Consumos de energía eléctrica (kWh y gas natural (m³) Fuente: propia

EDIFICIO	de	a	EE	GN
Jardín Maternal Eluney	8/2/2022	14/2/2022	54,00	13,54
Jardín Maternal Eva Perón	8/2/2022	14/2/2022	123,70	S/D
Jardín Maternal Mariano Moreno	8/2/2022	14/2/2022	183,00	14,99

El personal manifestó que el edificio es caluroso en los meses de verano y algo frío en los meses de invierno. A pesar de contar con sistema de climatización.

Posee buena iluminación natural y el sistema de alumbrado interior es tipo fluorescente de bajo consumo. El sistema de climatización es mediante equipos de calefacción tipo TBU en cada ambiente de potencias entre 6000 y 4000 kcal/h. Estos ubicados en aulas, SUM y sector administrativo.

- Materialidad

El jardín “Eva Perón” inaugurado en 1966 está construido con muros de ladrillos comunes revocados en ambas caras de 30cm, los techos en pendiente de chapa metálica sobre entablonado de madera a la vista en el SUM y con cielorraso suspendido de placas de madera en salones y corredores. Las carpinterías de madera con vidriado sencillo.

El Jardín “Mariano Moreno” inaugurado en 1973 está construido con ladrillos comunes de 30cm revocado en ambas caras y los techos son de losas de H²A² planos con contrapisos de pendiente y membrana hidráulica. Las carpinterías son de chapa doblada y vidriado sencillo.

El Jardín “Eluney” inaugurado en 1992 está construido con muros de ladrillos huecos de 18x18x33 revocados en ambas caras y techos en pendiente de tirantería de madera y machihembrado a la vista y terminación de chapa ondulada. Las carpinterías son de aluminio y vidriado sencillo.

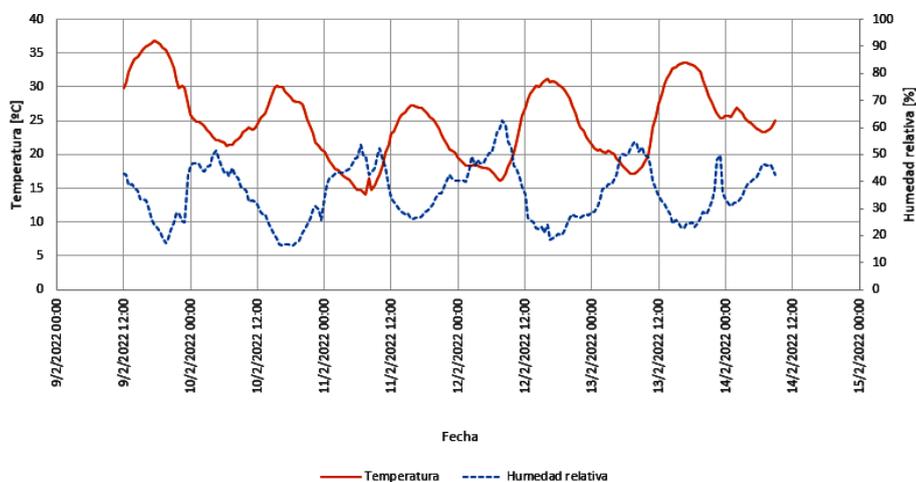


Fig. 2: Comportamiento higrotérmico del período de medición en el exterior en verano. Fuente: Elaboración propia

Auditorías energéticas de edificios municipales en Argentina. Proyecto: Euroclima+

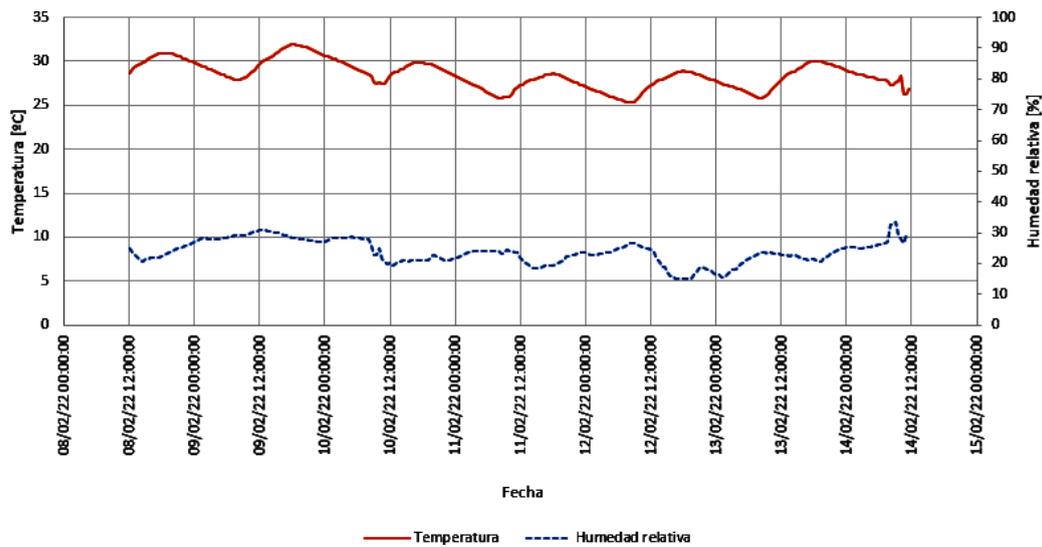


Fig. 3: Comportamiento higrotérmico en Sala de 1 año del Jardín "Eva Peron". Fuente: Elaboración propia

En Figura 2 vemos la variación de temperaturas y HR en el exterior con máximas de 37° y mínimas de 15°C típicas de clima desértico. Mientras en la figura 3 un aula en un edificio de construcción pesada responde con baja amplitud térmica variando las temperaturas entre 32°C y 25°C para el Jardín construido en 1966. Aula con cortinas de enrollar casi cerradas y baja tasa de ventilación y desde ya vacía de docentes y niños.

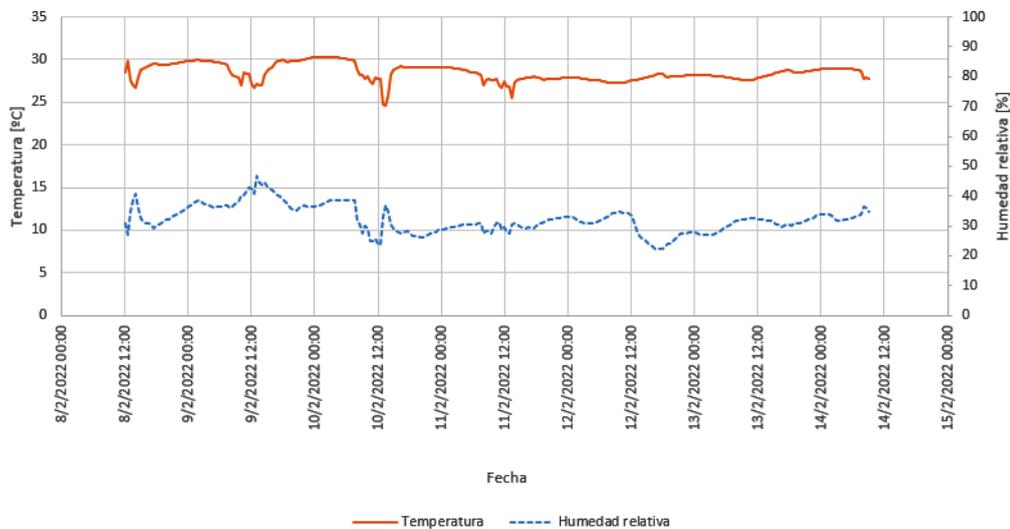


Fig. 4: Comportamiento higrotérmico en sala del Jardín "Mariano Moreno". Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 correspondiente al Jardín "Mariano Moreno" construido en 1973 pero con cubierta de H²A° y mayor masa térmica que el "Eva Perón" la variación de temperaturas es menor aún. Se ve claramente los 4 momentos en que las aulas se abrieron para ventilarse por las mañanas y al apelar a la estrategia de ventilación selectiva hay una constancia los primeros 3 días en mantenerse entre 29 y 30°C y los días restantes entre 26 y 28°C. Es un comportamiento característico de ese tipo de edificaciones.

Auditorías energéticas de edificios municipales en Argentina. Proyecto: Euroclima+

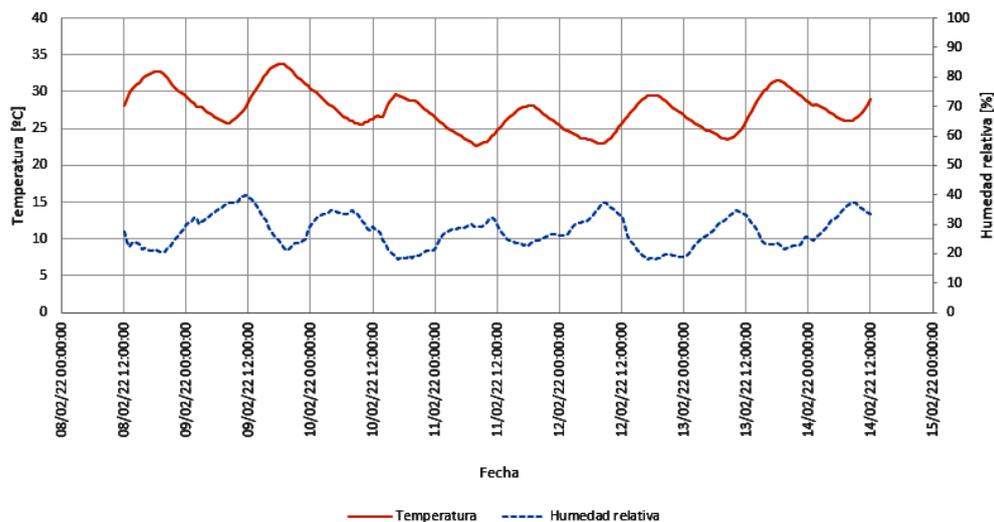


Fig. 5: Comportamiento higrotérmico en sala de 2 años del Jardín "Eluney". Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 puede notarse la gran diferencia de comportamiento térmico del Jardín "Eluney" construido en 1997 con sistema tradicional similar al usado en la actualidad con mucha menos inercia térmica al tener cubiertas livianas y muros de ladrillos huecos. Las temperaturas varían entre 23°C y 34°C y una amplitud térmica media de 8°C.

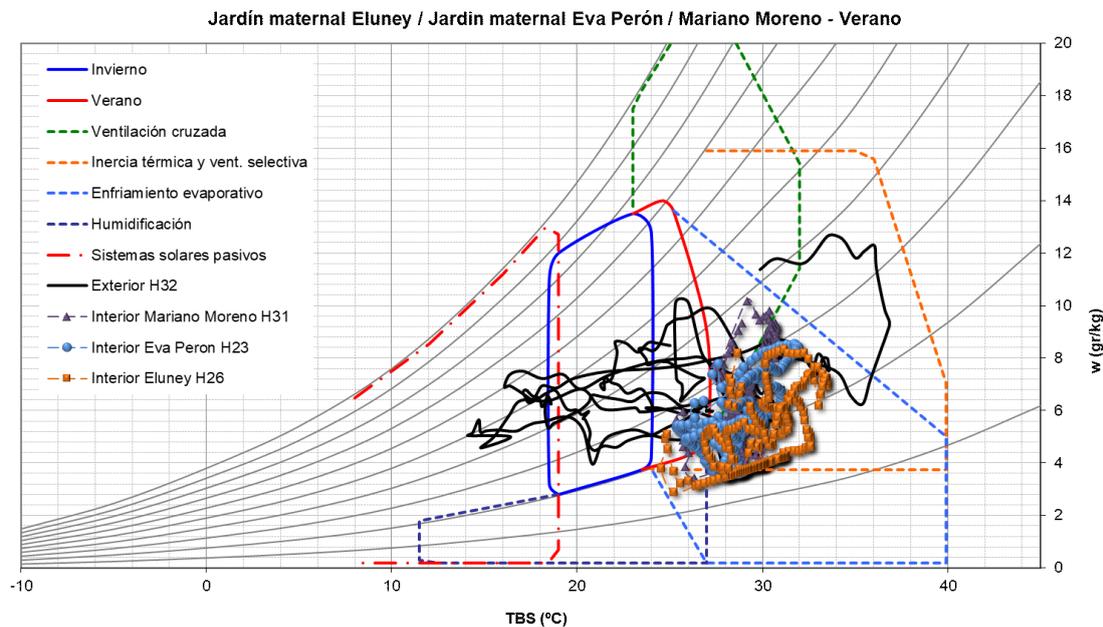


Fig. 6: Comportamiento higrotérmico en verano, de los edificios, sobre un diagrama de confort de B. Givoni usando la App PsiConf 1.0. Fuente: Elaboración propia

La figura 6 compara los edificios y el exterior de ellos sobre un diagrama de confort de Baruch Givoni mostrando que estando vacíos con baja ventilación y cargas de ocupación pueden mantenerse en un aceptable nivel de confort los dos primeros casos y fuera de confort el último caso.

Auditorías energéticas de edificios municipales en Argentina. Proyecto: Euroclima+

- Diagnóstico verano y propuestas de mejora

Previo al diagnóstico energético estos resultados permiten anticipar sugerencias de rehabilitación térmica de la envolvente. En los dos primeros edificios será necesario aplicar la regla de 5+10x2 a fin de aislar los muros con la técnica "EIFS" o External Insulation Finish System con 5 cm de EPS de 20 kg/m³ y terminación con base coat cementicio sobre malla de 90 g/m² de fibra de vidrio resistente a los álcalis. Para los techos livianos del primer y último edificio agregar 10cm de lana de vidrio con foil de aluminio y reemplazar los cielorrasos. En el caso de la losa de H²A⁹ usar la técnica de "techo invertido" y colocar 8 cm de EPS de 30 kg/m³ apoyado sobre la membrana hidráulica y proteger con una capa de 5 cm de arcilla expandida suelta a fin de evitar voladura y proteger al EPS de la radiación UV del sol.

En el caso de las aberturas en los tres edificios analizados ver la posibilidad de adaptar un DVH a las aberturas de puertas y ventanas al exterior sumando protección solar exterior o interior sobre los vidrios.

CONCLUSIONES

Los tres edificios educativos se encuentran en buen estado de conservación y la respuesta higrotérmica de estos resultó la esperable de edificios auditados previamente en el AMBA y la Provincia de Buenos Aires. Las soluciones propuestas mejorarán mucho sus comportamientos y respuesta térmica a lo largo de todo el año. Es prioritario que en climas desérticos los edificios tengan suficiente masa térmica para amortiguar la variación del clima exterior.

Este proyecto solo fue posible gracias a la ayuda de la República de Francia, ya que el costo de movilidad, estadías y viáticos no hubiera sido posible de afrontar por proyectos con financiamiento nacional del sistema de CyT. Otro punto para remarcar es que tampoco podría realizarse sin el instrumental adquirido por el grupo de investigación con fondos de proyectos universitarios, CONICET, ANPCyT y trabajos a terceros.

A la pregunta que ¿cual es la contribución que hace el proyecto?, es poder brindar información a las direcciones de arquitectura y/o mantenimiento del municipio para rehabilitar sus establecimientos e implementar las recomendaciones en futuros proyectos. Un leve aumento inicial en el costo de construcción se recupera con mejoras significativas en el confort y satisfacción de sus habitantes sean trabajadoras docentes y no docentes como infantes. Y sirve de ejemplo para difundir buenas prácticas bioclimáticas y de sustentabilidad edilicia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bourges, C., & Gil, S. (2014). Amortización del costo de mejoras en la aislación térmica de las viviendas. *Petrotecnia*, 1 (LV), 72-78. http://www.petrotecnia.com.ar/febrero14/Petro_1-2014.pdf
- Czajkowski, J., Corredera, C., & Saposnik, M. (2003). Análisis de la relación entre demanda de gas natural en calefacción según "Energocad" y consumos reales en viviendas unifamiliares del Gran La Plata. *Avances en energías renovables y medio ambiente*, 7, 7.13-7.17. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- Czajkowski, J., Gómez, A., Vagge, C., Salvetti, B., Marcilese, M., Diulio, M. d., y otros. (2012). Evaluación del confort higrotérmico invernal en viviendas unifamiliares del gran La Plata mediante auditorías. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16, 5.101-5.106. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- Filippín, C., & Follari, J. (2003). Comportamiento termico de un proyecto demostrativo bioclimático en San Luis. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, 5.69-5.76. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>

Auditorías energéticas de edificios municipales en Argentina. Proyecto: Euroclima+

- Gelardi, D., & Esteves, A. (2010). Relación entre la ganancia solar y la calefacción auxiliar para dos tipos de envolvente formal edilicia. *Avances en energías renovables y medio ambiente*, 14. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- Gil, S. (2013). ¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente. *Petrotecnia*, vol LIV, n°6, Diciembre 2013.
- Gil, S., & Prieto, R. (2013). Categorización racional de usuarios residenciales. Herramientas para promover un uso más eficiente del gas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, (págs. 15-24). Tucuman. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- Gonzalo, G., Ledesma, S., Nota, V., & Martínez, C. (2000). Rediseño y actualización del programa computacional para verificación del riesgo de condensación en cerramientos exteriores. *Avances en Energías Revables y Medio Ambiente* , 4. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- Olgay, V. (1963). *Design with climate*. Princeton: Princeton University Press.
- Salvetti, M. B., Czajkowski, J. D., & Gómez, A. F. (2009). Análisis del comportamiento energético-ambiental en torre de viviendas en La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , 13, 5.127-5.133. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. *Energy and Buildings*(41), 721-731.
- Tanides, G. C., Nicchi, F. G., Lavoria, M. L., & Mazzitelli, A. (2013). Calefacción en el sector residencial argentino: primera modelización y estudio de las consecuencias de la sustitución de bombas de calor en reemplazo de calefactores a gas. *Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía*. Buenos Aires.
- Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? *Energy and Buildings* (37), 747-754.
- Yañez, G. (1982). *Energía solar, edificación y clima* (Vol. 1). Madrid: MOPU.
- Norma IRAM 11601 (2002). Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y materiales de construcción en régimen estacionario.
- Norma IRAM 11603. (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la Republica Argentina*.
- Norma IRAM 11604 (2001). Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G_{cal} de pérdidas de calor. Cálculo y valores límite.
- Norma IRAM 11605 (1996). Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
- Norma IRAM 11659-1/2 (2004/7). Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración. Y Parte 2: edificios para viviendas. Valores admisibles G_{ref} .
- Norma IRAM 11900 (2017). Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética.
- Prieto, R., & GIL, S. (2014). Regulación del termostato: un modo simple y racional de ahorrar energía en calefacción y refrigeración. *Petrotecnia* , 102-109.
- Rosenfeld, E., Discoli, C., & Barbero, D. (2003). El consumo de energía en el área metropolitana de Buenos Aires en la década del '90: una trayectoria de desarrollo insustentable. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , 7 (1), 07.01-07.06. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>
- .*Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* , 13, 5.127-5.133. <http://www.cricyt.edu.ar/asades/averma.php>

Auditorías energéticas de edificios municipales en Argentina. Proyecto: Euroclima+

- Stazi, F., Di Perna, C., & Munafó, P. (2009). Durability of 20-year-old external insulation and assessment of various types of retrofitting to meet new energy regulations. *Energy and Buildings* (41), 721-731. doi:10.1016/j.enbuild.2009.02.008 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778809000279>
- Tanides, G. C., Nicchi, F. G., Lavoria, M. L., & Mazitelli, A. (2013). Calefacción en el sector residencial argentino: primera modelización y estudio de las consecuencias de la sustitución de bombas de calor en reemplazo de calefactores a gas. *Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía*. Buenos Aires. <http://eluree.org/wp-content/uploads/2013/09/actas/>
- Verbeek, G., & Hens, H. (2005). Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? *Energy and Buildings* (37), 747-754. doi:10.1016/j.enbuild.2004.10.003 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778804003366>.

