

Lorena Vecslir
Silvia Grinberg
Anibal Carbajo
(editores)

FUTURABANDOS

SERIE



FUTUROS

SERIE FUTUROS

Alberto Pochettino

Director

Miguel Blesa

Responsable científico

Sebastián Savino

Coordinador

URBANOS

COMITÉ EDITOR

Lorena Vecslir

Silvia Grinberg

Anibal Carbajo

COMITÉ REVISOR CIENTÍFICO

Luis Babbo

Santiago Bachiller

Susana Curto

Daniela Perrota

Alberto Pochettino

Carla Galeota

Nora Gluz

Sergio Kaminker

Patricia Kandus

Luciano Mantiñán

Maria Victoria Vadell

Lorena Vecslir

Urbanos / José Manuel Vassallo ...
[et al.]; prólogo de Lorena Vecslir. -
1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires:
Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias;
Fundación UNSAM Innovación y Tecnología, 2022.
Libro digital, PDF - (Futuros)
Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-48617-0-2
1. Desarrollo Urbano. I. Vassallo, José Manuel. II. Vecslir,
Lorena, prolog.
CDD 307.1416

1ª edición digital mayo 2022

© 2022 de la edición Lorena Vecslir

© 2022 de la edición Silvia Grinberg

© 2022 de la edición Anibal Carbajo

© 2022 ASOCIACIÓN ARGENTINA PARA EL PROGRESO DE LA CIENCIAS Y FUNDACIÓN UNSAM
INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA

<http://www.aargentinapciencias.org/>

<https://www.funintec.org.ar/>

Corrección: María Laura Petz

Diseño de interior y tapa: Ángel Vega

Maquetado: Fundación UNSAM Innovación y Tecnología y Gabriel Gil

Los lectores de este libro tienen, en forma gratuita, la libertad de utilizar, estudiar, aplicar y compartir su información, siempre que se mencione la obra y el autor original. El material de este libro puede ser utilizado citando la procedencia de esta manera: Vecslir, Lorena; Grinberg, Silvia y Carbajo, Anibal (eds.), *Urbanos*. Buenos Aires, ASOCIACIÓN ARGENTINA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y FUNDACIÓN UNSAM INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA.

El contenido y la originalidad de los artículos de esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores. Las opiniones y puntos de vista expresados en este libro no necesariamente reflejan los de los editores.

Editado en la Argentina

PRÓLOGO	<i>7</i>	Lorena Vecslir
CIUDADES Y GESTIÓN DEL HÁBITAT	<i>17</i>	
Desafíos de movilidad en las grandes ciudades de América Latina	<i>18</i>	José Manuel Vassallo
Arquitectura pública e cultura de proyecto	<i>36</i>	Alexandre Delijaicov, Luiz Azevedo y Susan Ritschel
Ciudades inteligentes y sustentables en argentina 2035: primer abordaje prospectivo	<i>62</i>	Secretaría de Gobierno de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva de la Nación
Prácticas de gestión del hábitat. Desarrollos Socio-Urbanísticos en la Nueva Agenda Urbana	<i>94</i>	Martin Reibel Maier
Vivienda social asequible y sostenible	<i>118</i>	Silvina Carrizo, Pablo Azqueta, Damián Strier y Salvador Gil
AMBIENTE Y EPIDEMIOLOGÍA	<i>161</i>	
Epidemiología urbana de enfermedades transmitidas por vectores	<i>162</i>	Aníbal E. Carbajo
Control de roedores en ambientes urbanos	<i>175</i>	Olga Suárez
Mapas sociales y salud en ámbitos urbanos. Perspectiva desde la Geografía Humana	<i>192</i>	Gustavo D. Buzai

Contaminación atmosférica en los grandes centros urbanos de América Latina	224	Laura Dawidowski
El inventario de Humedales de la cuenca Matanza-Riachuelo como un insumo para el ordenamiento ambiental del territorio	242	Rafael Grimson y Gabriela González Trilla
DESIGUALDADES SOCIALES	268	
Futuros urbanos de los asentamientos populares del Área Metropolitana de Buenos Aires	269	María Cristina Cravino
Los desafíos del acceso al agua y cloaca en áreas vulnerables del AMBA y el impacto en la salud	290	Emilio J. Lentini, José María Regueira y Melina Tobías
Violencia(s): multiplicidad, legitimidad y regulación	315	José Garriga Zucal
Proyecciones en políticas educativas: tendencias globales y aspiraciones independientes	332	Mónica Pini
Universidad y neoliberalismo: crisis, resistencia y la construcción de futuros posibles	356	Ana Cambours de Donini
ENTREVISTA	373	
¿Ciudades sustentables?	375	Claudio Ferrari
SOBRE LOS EDITORES	379	

Prólogo

Lorena Vecslir¹



La reflexión interdisciplinaria que promueve el programa “Futuros” de la UNSAM y de la Fundación Innovación y Tecnología (FUNINTEC) se centra cada año en una problemática específica. En 2016 estuvo dedicado al agua y los humedales, en 2017 a la energía y en 2018 a las huellas ambientales.² Para la edición de 2019 se eligió en cambio un lugar concreto como eje de discusión: las grandes aglomeraciones latinoamericanas. De esta forma, si el manejo de recursos naturales, los sistemas de producción, la eficiencia energética, el cambio climático, el transporte y las comunicaciones, entre muchos otros temas, habían formado parte de la agenda del programa, pensar en el futuro de las ciudades significó, de alguna manera, pensar todos esos problemas en un sitio específico y complejo de manera integral.

El tiempo que, por diversos motivos –entre ellos la pandemia–, transcurrió entre el Workshop que tuvo lugar en el Campus Miguelete de la UNSAM en octubre de 2019 y esta publicación, nos permite una mirada retrospectiva respecto a lo que entonces imaginábamos como “Futuros Urbanos” y nos planteábamos como escenarios tendenciales, posibles o deseables de nuestras grandes ciudades.

En aquel momento, la creciente urbanización de América Latina -donde casi el 80% de la población vivía en ciudades

1 Investigadora independiente del CONICET y del Instituto de Geografía (IG, UBA). Profesora titular de Urbanismo y Coordinadora de Investigación en el Instituto de Arquitectura y Urbanismo (IA, UNSAM).

2 El programa presenta además una serie de publicaciones digitales de acceso libre. La primera testimonia gran parte de las conferencias de la primera versión de “Futuros” sobre la temática del agua (Abraham, Quintana y Mataloni, 2018), mientras que la segunda refleja lo acontecido en la jornada “El Futuro: miradas desde las Humanidades”, que tuvo lugar en mayo de 2019 en la UNSAM (Kozel, Bergel y Llobet, 2019).

(Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2016)- y sus consiguientes desafíos demográficos, ambientales, económicos, sociales y espaciales, nos llevaba a preguntar cómo pensar y gestionar los futuros de ciudades que, como Buenos Aires, San Pablo, Rio de Janeiro o Ciudad de México, superan los diez millones de habitantes. Sin embargo, nadie imaginaba la envergadura de los cambios que se avecinaban ni el rol que jugarían las grandes ciudades en ese contexto.

Si bien desde hace ya tiempo epidemias y pandemias figuran, junto a otros riesgos (como inundaciones, sequías, plagas e incendios), entre las posibles consecuencias del accionar transformador del medio ambiente,³ la velocidad de propagación e impacto de la enfermedad causada por el coronavirus (COVID-19) resultaron sorprendentes. Deudora de la globalización y los inéditos flujos de personas, mercancías e información que la caracterizan, la pandemia pareció enseguida hacer epicentro en las grandes aglomeraciones urbanas. Así, en un inicio, la densidad fue atacada como un factor clave de vulnerabilidad y las primeras medidas de confinamiento y distanciamiento físico promovieron algunas tendencias o dinámicas que aún persisten, como el creciente deseo de “huida al campo” por parte de un amplio sector de la sociedad urbana (Vecslir, 2021).

Sin embargo, posteriores estudios matizaron la directa relación entre densidad urbana y el COVID-19, atribuyendo sí al hacinamiento o tugurización en villas y asentamientos, responsabilidad en el aumento de las tasas de infección y mortalidad.⁴ De esta manera, problemáticas urbanas ya conocidas e intensamente discutidas en el Workshop “Futuros Urbanos”, como la desigualdad social, volvían a presentarse decisivas frente a la emergencia y la capacidad de resiliencia de las ciudades.

A la informalidad y precariedad habitacional que impedían implementar medidas de aislamiento, se sumó la discusión acerca de la baja cobertura y calidad de los servicios básicos, la inseparabilidad entre la ciudad central y el entorno metropolitano (en

3 En 2016, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) llamó la atención acerca del aumento mundial de las epidemias zoonóticas. Concretamente, indicó que el 75 % de todas las enfermedades infecciosas emergentes en humanos son de origen animal y están estrechamente relacionadas con la salud de los ecosistemas (United Nations Environment Programme [UNEP], 2016).

4 Un informe reciente de ONU Hábitat (UN-Habitat, 2021) indica que, aunque la densidad *per se* no es un factor protector contra la pandemia, el mejor acceso y mayor especialización de los servicios de salud que ésta a menudo proporciona ha sido esencial en la respuesta al COVID de muchas ciudades. Así como también suelen funcionar mejor los servicios básicos para familias vulnerables y la prestación de atención domiciliaria durante los aislamientos preventivos.

nuestro caso, el llamado AMBA), las deficiencias del transporte colectivo, el desigual acceso a las tecnologías, el tamaño reducido de las viviendas y la escasez de espacios públicos. Así, con el correr del tiempo, nos fuimos dando cuenta de que la agenda de desafíos urbanos no era totalmente nueva y que, en cambio, la pandemia volvía a poner sobre la mesa, agudizados, los mismos déficits o problemáticas.

¿Estamos preparados para los cambios por venir? ¿Cómo lograr aglomeraciones urbanas ambientalmente sostenibles, resilientes, socialmente incluyentes, seguras, libres de violencia y económicamente productivas? ¿Cómo asegurar las condiciones de vida de su población? De asombrosa vigencia resultan hoy estos interrogantes que nos planteábamos al inicio del evento.⁵

En el mismo sentido, consideramos que los argumentos expuestos en las conferencias y mesas redondas tampoco perdieron actualidad, aportando reflexiones y planteando desafíos hacia el futuro desde por los menos tres dimensiones o miradas sobre la cuestión urbana:

- ▶ La dimensión física de las transformaciones: incluidos el espacio y los flujos de la movilidad urbana, la calidad de la infraestructura de servicio y el equipamiento público, las nuevas tecnologías digitales aplicadas a la eficiencia o “inteligencia” de una ciudad, el diseño y la gestión de vivienda social bien localizada, accesible, asequible y sostenible.

- ▶ La dimensión ambiental y epidemiológica: vinculando el desarrollo de plagas y enfermedades con la condición urbana, su desigual distribución al interior de las ciudades, los avances y retrocesos en la reducción de la contaminación atmosférica y la protección de los espacios verdes metropolitanos.

- ▶ La dimensión social e institucional: que se adentra en las desigualdades y los déficits de desarrollo, la inseguridad ciudadana y la violencia policial, así como en otros ámbitos donde opera la segregación, como el escolar y el universitario, con foco en los cambios que afectan la educación pública.

Sin bien, como mencionábamos al inicio, el pensamiento sobre el futuro de las ciudades adquiere espesor cuando se construye desde una mirada transversal de los problemas, con inevitables solapes o superposiciones entre las anteriores tres dimensiones de lo “urbano”, éstas nos permitieron, en cierta medida, organizar jornadas de trabajo y discusión durante

⁵ <https://www.funintec.org.ar/futuros-urbanos/>

el Workshop con una relativa especificidad disciplinar, a la vez que han servido para estructurar la presente publicación. El libro digital “Futuros Urbanos” reúne, por tanto, quince artículos elaborados por conferencistas y panelistas invitados al evento, que dan cuenta de la riqueza y diversidad de los aportes, los cuales se hallan organizados en tres secciones.

En la primera sección se trata el tema de las ciudades y la gestión del hábitat, comenzando por los problemas y desafíos de la movilidad urbana, en especial del transporte público. De acuerdo con José Manuel Vassallo, la cobertura y calidad de este servicio han sido limitadas o deficientes frente al acelerado crecimiento que experimentaron la mayor parte de las ciudades de América Latina en las últimas décadas. Así, la movilidad privada y los sistemas de transporte informal buscaron dar respuesta a esta carencia, acentuando los problemas de congestión, los accidentes de tráfico y la contaminación atmosférica y acústica. Paralelamente y pese a los esfuerzos de algunas ciudades, no se ha podido alcanzar la integración administrativa, tarifaria y modal de los servicios de transporte, en general gestionados por auto patrones o pequeñas empresas privadas. A partir de este diagnóstico, el autor enuncia las políticas en las que es necesario avanzar a favor de una movilidad sostenible y una mejor calidad de vida, entre ellas: reducción de las necesidades de viaje, mejora de la gobernanza y la regulación, planificación integrada de usos de suelo y transporte, aumento de calidad de las infraestructuras y los servicios, desincentivo del vehículo privado e impulso de modos alternativos, promoción de la digitalización y uso de nuevas tecnologías.

A manera de glosario, Alexandre Delijaicov, Luiz Azevedo y Susan Ritschel definen qué se entiende -o debería entenderse- por “arquitectura pública” desde una mirada proyectual. Los autores se preguntan cómo mejorar la calidad de la arquitectura producida desde la administración pública, indagando en las nociones y categorías de infraestructura urbana, equipamiento público y vivienda social. Desde esta perspectiva, se aboga por una “cultura del proyecto”, que es a la vez cultura artística, arquitectónica, urbanística, urbana y constructiva, capaz de mejorar el diseño y la ejecución de los proyectos y obras públicas en sus aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales.

A continuación, el artículo titulado *Ciudades inteligentes y sustentables en Argentina 2035* resume los contenidos un proyecto homónimo desarrollado bajo la modalidad de consultoría para la Secretaria de Gobierno de Ciencia, Tecnología

Carrizo, Silvina; Azqueta, Pablo; Strier, Damián y Gil, Salvador. (2022). Vivienda social asequible y sostenible. En L. Vecslir, S. Grinberg y A. Carbajo (eds.), *Urbanos* (pp. 118-160). Buenos Aires, Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias y Fundación UNSAM Innovación y Tecnología.

RESUMEN

Los edificios son responsables de casi el 36% del consumo mundial de energía y de más del 30% de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI). La experiencia internacional y local muestra que es posible disminuir sus impactos económicos y ambientales, pensando integralmente su diseño. Mejorar los estándares urbanísticos y constructivos reduciría la necesidad de energía, permitiendo ahorros importantes en las facturas de energía y disminuyendo las emisiones de GEI, al tiempo que se podrían aumentar las condiciones de confort de los usuarios. Así, edificios sustentables no sólo contribuirían a mitigar el calentamiento global y a mejorar la calidad del hábitat, sino que también favorecerían la inclusión social y energética. Esto es particularmente importante en la construcción de viviendas sociales, que beneficia a poblaciones de escasos recursos, que podrían acceder a una vivienda confortable, con servicios apropiados y a precios accesibles. Además, con algún acompañamiento y planificación, se posibilitaría que las familias puedan preservar y mantener el funcionamiento correcto de los servicios básicos de la vivienda, prolongando en el tiempo sus beneficios y vida útil.

Palabras clave: *vivienda sostenible, vivienda social, gases efecto invernadero, impacto ambiental, inclusión social.*

ABSTRACT

Buildings are responsible for almost 36% of global energy consumption and more than 30% of greenhouse gas emissions (GHG). International and local experience shows that it is possible to reduce its economic and environmental impacts, considering its design integrally. Improving urban and construction standards would reduce the need for energy, allowing significant savings in energy bills and reducing GHG emissions, while the comfort conditions of users could be increased. Thus, sustainable buildings would not only contribute to mitigating global warming and improving habitat quality but would also favor social and energy inclusion. This is particularly important in the construction of social housing, which benefits low-income populations, who thus could have access to comfortable housing, with appropriate services and at affordable prices. In addition, with some support and planning, it would be possible for families to preserve and keep the basic home services functioning correctly, prolonging their benefits and useful life over time.

Keywords: *sustainable housing, social housing, greenhouse gas emissions, environmental impact, social inclusion.*

Vivienda social asequible y sostenible¹

S. Carrizo² • P. Azqueta³ • D. Strier⁴ • S. Gil⁵



1. Introducción

Una vivienda social sostenible asocia asequibilidad a un proceso integral de construcción que contempla prácticas adecuadas: ambientales, sociales, culturales, económicas e institucionales (UN-Habitat, s.f.). En Argentina y Latinoamérica, existe un déficit habitacional muy significativo (Cámara Argentina de la Construcción, 2015; Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC], 2018), que constituye una barrera importante al desarrollo humano.

Los desafíos que representa el calentamiento global, hacen que el requerimiento de construir viviendas sostenibles sea prioritario (Wallbaum et al., 2012). Desafortunadamente, para el sector de la vivienda social, la sostenibilidad, eficiencia energética y calidad han sido muchas veces soslayadas, en gran medida por el preconceito de que una vivienda de estas características es una vivienda cara y por lo tanto no asequible.

El objetivo de este texto es explorar la posibilidad de lograr viviendas asequibles y sostenibles.* También analizar por qué no se construyen más viviendas adoptando los avances disponibles en eficiencia energética y sustentabilidad, que ya se conocen desde hace tiempo.

1 Este trabajo fue realizado por los autores con la invaluable asistencia de tres colaboradores: Luciana Martín, Abel Shannon y Manuel Tocino. 20 de abril de 2020.

2 Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires y CONICET, Centro de Estudios sobre Territorio, Energía y Ambiente.

3 Univ.Nac. de Rosario.

4 ECyT - UNSAM.

5 ECyT - UNSAM.

* Este trabajo es un resumen de un estudio más extenso preparado por los autores para la Cámara Argentina de la Construcción (Carrizo et al., 2019).

Así, parte de este estudio consiste en re-analizar las preguntas: ¿se puede construir una vivienda social asequible y sostenible? y ¿se pueden aprovechar las fuerzas del mercado para promoverlas?

Examinamos estas cuestiones, con la intención de encontrar vías para lograr viviendas sociales sostenibles. Considerando las experiencias internacionales, se buscan modelos de construcción que se puedan aplicar localmente, usando materiales y recursos disponibles en el mercado argentino.

Los nuevos modelos, más inclusivos y de menor impacto ambiental, plantean co-construir vivienda social, esto es construir y vincular distintos actores, haciendo converger sus intereses, en pos de favorecer la sostenibilidad. Así, Estado, organizaciones privadas, ONG y la sociedad civil se pueden articular en la construcción de vivienda social con el fin de lograr una opción asequible, de calidad y con valor creciente. Instituciones públicas y privadas pueden asociarse para financiar proyectos de vivienda social sostenibles, enlazando intereses sociales, ambientales y económicos.

2. Sostenibilidad urbana y social

La necesidad de vivienda social resulta de un déficit habitacional por carencia de viviendas –déficit cuantitativo– y por existencia de viviendas en condiciones inadecuadas –déficit cualitativo–. El déficit cuantitativo alude así al número de viviendas que se deben construir para cubrir la necesidad de alojamiento no satisfecho en la actualidad. El déficit cualitativo toma en cuenta las viviendas existentes en las que se deben mejorar las condiciones de habitabilidad bajo criterios de calidad: estructura de los pisos; confort; hacinamiento; condiciones de la cocina y acceso a servicios públicos.

En 2010, en Argentina, el déficit habitacional cuantitativo afectaba al 11% de los hogares (7% déficit habitacional simple y 4% viviendas irrecuperables habitadas). En 2018, el déficit cuantitativo en Argentina sería del orden de 1.5 millones de viviendas y el cualitativo de 2 millones (Tellay y Potocko, 2019). Ante este panorama, contruir en baldíos, rehabilitar edificios en desuso (residenciales o de otro tipo) y sustentabilizar viviendas se convierten en posibilidades para intervenir en las ciudades y así reducir los déficits habitacionales, a través de la ampliación y renovación del parque edilicio.

2.1. Integración a la ciudad

El valor del suelo urbano impulsa la construcción de viviendas sociales en zonas periféricas y bordes urbanos. Esto genera múltiples problemas y dificultan la integración social, ya que se suelen transformar en espacios mal servidos, difícilmente accesibles o poco atractivos. La provisión de servicios, por ejemplo, de gas, electricidad, agua y cloacas, se encarece. El transporte público puede ser más limitado e implicar esfuerzos mayores –económicos y de tiempo– para las familias. Esto restringe también su vinculación con áreas centrales de la ciudad, para actividades administrativas, laborales o sociales. La distancia dificulta la llegada a los trabajos, escuelas y servicios de la ciudad; y redundante en el incremento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que los ciudadanos aportan. La construcción de vivienda social en las periferias suele implicar una relocalización de familias a puntos muy distantes de donde la población se halla arraigada, lo que suele ocasionar problemas de pérdida de empleo, identidad, ruptura de vínculos sociales y familiares. En ese sentido, la construcción de vivienda social, en zonas próximas a los servicios públicos y con equipamientos urbanos centrales, favorecería la resolución de problemas de hábitat, no sólo de vivienda, sino también de provisión adecuada de servicios, conectividad y de integración de los sectores más vulnerables.

En las ciudades, muchas veces existen áreas vacantes o degradadas próximas a sectores valiosos en términos de urbanidad. Zonas o infraestructura edilicia de antiguo uso ferroviario, áreas industriales o portuarias abandonadas o degradadas que irrumpen el tejido urbano.⁶ Representan además problemas de desvalorización inmobiliaria, inseguridad, contaminación, degradación paisajística o incluso de accesibilidad y circulación. En este contexto, resulta posible y conveniente rehabilitar espacios ubicados privilegiadamente, al interior de la trama urbana, respetando sus líneas, sus fachadas y el tejido.

Aprovechar los intersticios urbanos para construir vivienda, permitiría a la vez solucionar problemas urbanos y de hábitat. A su vez, garantizaría la cercanía a instituciones administrativas, educativas, de salud, espacios recreativos, bancos y múltiples fuentes de trabajo. Desarrollar allí proyectos de vivienda social

⁶ Ver <https://www.sncf.com/fr/reseau-expertises/activites-immobilières/sncf-immobilier>

y de otros emprendimientos residenciales e inmobiliarios, favorecería la diversidad e integración social, a la vez que mejoraría la calidad de los espacios urbanos. Pensar integralmente los problemas de la ciudad y la vivienda, implica pensar la cohesión social y la valorización urbana.

Los procesos de valorización de intersticios urbanos y de re-funcionalización edilicia tienen finalidades diversas y múltiples beneficios. Más allá de lograr que espacios y construcciones, abandonados o degradados, “revivan” con el tiempo, consiguen que edificios patrimoniales sean valorizados, que se aprovechen los recursos existentes, facilitan la conservación de una trama y paisajes históricos y viabilizan que los lugares y las construcciones continúen siendo funcionales al territorio al cual pertenecen. La mutabilidad de los terrenos baldíos y la flexibilidad arquitectónica de las construcciones son complementarias con las necesidades de vivienda social en implantaciones urbanas favorables.

Existen numerosas experiencias de puesta en valor de los espacios urbanos degradados. En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), resulta ilustrativa la intervención que se realizó en el sector norte de la trama urbana. Una serie de espacios intersticiales existían como consecuencia de no haberse construido la Autopista Central 3 (AU3), para cuya ejecución, en 1977, se expropió y desalojó una franja importante de inmuebles, terrenos y edificios enteros, en los barrios de Colegiales, Coghlan, Villa Ortúzar y otros hasta su finalización en Puente Alsina. Con el abandono del proyecto, en la década de 1980, los espacios expropiados pasaron a ser ocupados ilegalmente en un marco de dificultades económicas y déficit habitacional, provocando la fractura del tejido social y urbano. A partir de 1999, se buscó reconstruir ese tejido social y urbano, contemplando en él soluciones habitacionales de diversos tipos, entre ellas, vivienda social. También se incluyeron nuevos equipamientos comunitarios, como establecimientos educativos, centros de atención primario de salud, bibliotecas, centros culturales.

Así, densificar sin extender puede favorecer la integración de la vivienda social a la ciudad, a través de la rehabilitación de áreas urbanas y/o refuncionalización de edificios, armonizando lo nuevo en la trama y el tejido existente. El aprovechamiento de intersticios urbanos reconciliaría la expansión y la sobriedad energética, en favor de la sostenibilidad.



Figura 1. Rotura del espacio urbano por proyecto de la AU3, ejemplificada en la afectación de lotes en las calles Homberg y Tomas Le Breton, CABA. Fuente: elaboración propia.

2.2. Proyectos de escala media

En el siglo XX, la fuerte urbanización condujo a la construcción de los proyectos de vivienda social en grandes pabellones o extensos grupos de viviendas individuales. Estos modelos constructivos de conjuntos de gran tamaño muchas veces se transformaron en “ciudades satélites” en emplazamientos periféricos o “guetos intramuros” con escasa diversidad social y problemas de exclusión. En estos grandes conjuntos tiende a primar el anonimato o la disgregación social y la marginalidad. Por ende en el siglo XXI, la experiencia tiende a favorecer la construcción de conjuntos pequeños y medianos, así como plantea la necesidad de sustentabilizar conjuntos existentes.

Los pequeños y medianos conjuntos de vivienda, conformados por edificios de escala media, emplazados en terrenos intersticiales, favorecen la integración social. Además, se facilita la provisión eficiente de equipamiento y servicios urbanos. Las intervenciones en la trama de la ciudad, como una suerte de acupuntura urbana, permiten resolver problemas de déficit habitacional, con soluciones acotadas e integradas, que se habrían de valorizar en el tiempo, a la vez que valorizan el espacio. Es que, en pequeños conjuntos de vivienda social o intervenciones en el tejido existente, es factible adoptar diversos mecanismos de financiamiento, que a su vez dinamizan y valorizan la ciudad.

La sustentabilización de viviendas incluiría la provisión o mejoramiento de los servicios; la rehabilitación energética; el equipamiento o rediseño de espacios de uso común y la re-estructuración de la gestión de los residuos, incluyendo nuevas áreas de reciclaje. Se pueden adoptar mecanismos de financiación de vivienda social o sustentabilización, identificando demandas o posibilidades precisas. La aplicación de estas medidas resulta factible en respuesta a posibilidades individuales o en conjuntos de pequeña o mediana escala.

En materia de sustentabilización de vivienda social, Chile presenta varias experiencias ejemplares. Por caso, el Estado otorgó un subsidio para el acondicionamiento térmico de viviendas construidas hasta 2007. Con ello se facilitó la mejora de la aislación térmica de los techos, muros y pisos, y el reemplazo de las ventanas de vidrio simple por unas de doble vidrio hermético, entre otras medidas.

Privilegiar los proyectos pequeños o medianos y la sustentabilización de vivienda social existente, favorecería la consolidación de una ciudad densa, que recupere espacios degradados, haciendo uso eficiente de los recursos.

2.3. Espacio social mixto y dinámico

Los conjuntos de viviendas, tradicionalmente concebidos para uso residencial exclusivo, sin previsión de otras actividades o carentes de espacios públicos, no favorecen una dinámica barrial (Martin, 2017). Así a menudo los conjuntos de vivienda han resultado “islas habitadas” sin cohesión social.

La vivienda social sostenible –en la trama urbana y de escala media– se asociaría a la idea de barrio, como un espacio social integrado, con una identidad propia, con articulación de espacios públicos y privados de usos diversos, generando intercambios y reconocimientos sociales (González, et al., 2001). La polifuncionalidad favorecería la apropiación del lugar, que se vuelve más dinámico. Las áreas comunes y actividades múltiples funcionarían como articuladores sociales, fomentando la integración, las relaciones entre vecinos, su conocimiento y afectividad (Rueda, 2002).

Incorporar espacios públicos, equipamientos colectivos, diversidad de tipologías y usos tendería a favorecer dinámicas socio-económicas.

2.4. Servicios urbanos integrados

Los conjuntos de vivienda social han carecido de buena conectividad y servicios, y como en la ciudad en general, cada sistema de transporte y cada servicio público –energía, evacuación de desagües pluviales y cloacales, agua potable– se piensa separadamente, muchas veces, por motivos administrativos y por falta de planificación (Haëntjens, 2012).

Conjuntos de viviendas sociales, en la trama urbana, con densidad media, diversidad social y funciones múltiples, favorecen la concepción óptima de servicios urbanos integrados. Por un lado, se podrían articular los principales tipos de transporte y propiciar la intermodalidad, entendiendo ésta por la coordinación de los modos de transporte en un territorio, para facilitar su uso y aumentar la eficiencia, desde un punto de vista global (Haëntjens, 2012). A su vez asociar el funcionamiento de diversos servicios públicos, como estrategia de sustentabilidad permite explotar sinergias entre los sistemas.

2.5. Capacitación y organización social para mantenimiento y sostenibilidad

La vivienda social sostenible incluye exigencias de calidad de vida, que suponen cumplir con requerimientos que hacen a la seguridad constructiva y al funcionamiento intrínseco de la vivienda. Para esto, instancias de capacitación a los usuarios son fundamentales y favorecerían que los beneficios logrados perduren en el tiempo. La organización y participación de los habitantes en la definición y ejecución del proyecto favorecen también la apropiación de la vivienda y del barrio, fomentando el buen uso del inmueble y la integración social.

Diversos espacios construidos, virtuales o de organización, inspiran, alientan, conectan y apoyan proyectos sostenibles o de sustentabilización. A su vez, contribuyen al involucramiento y articulación de actores y a la replicación de experiencias exitosas, al tiempo que ayudan a facilitar, interconectar, informar, supervisar y evaluar las iniciativas, y difunden y multiplican las herramientas y las posibilidades de intervención, favoreciendo la creación de redes, proyectos, ideas y actividades. Centros de información y formación y guías de buenas prácticas pueden

ilustrar opciones de diseño arquitectónico, construcción y sustentabilización, a partir de tecnología, materiales y prácticas, que favorezcan la sostenibilidad en la vivienda. En Argentina, por ejemplo, en la ciudad de San Salvador de Jujuy, el Centro Ecoandina para el Desarrollo e Interpretación de Energías Renovables y Ambiente (CEDIERA) tiene por objetivo investigar, desarrollar, capacitar y difundir cambios en tecnologías energéticas y materiales ecológicos. Por su diseño, construcción y equipamiento, el edificio permite visualizar características, funcionamiento y beneficios de la arquitectura bioclimática.



Figura 2. Centro de desarrollo e interpretación de energías renovables, San Salvador de Jujuy, 2018. Fuente: elaboración propia.

Las viviendas sociales que se encuentran en condiciones de precariedad requieren acondicionamiento o mantenimiento de las instalaciones. La organización social, a través de negocios inclusivos, procesos de auto-organización y organizaciones cooperativas, podría facilitar y abaratar sus costos. Un seguro de mantenimiento básico, a través de una cuota mensual, podría ser una opción a implementar en el marco de esas organizaciones. Lograr un equipamiento y mantenimiento adecuado de las viviendas, permite a su vez a generar empleo, incluso para los vecinos.

En Argentina, la experiencia de la Fundación Pro Vivienda Social de Argentina (FPVS)⁷, resulta ejemplar como proceso de

⁷ Ver Fundación Pro Vivienda Social: <http://fpvs.org/>

auto-organización de vecinos que buscan el mejoramiento de los servicios energéticos en sus viviendas. Los beneficiarios de los proyectos los impulsan, protagonizan y potencian. FPVS cuenta con una trayectoria de más de 20 años, contribuyendo al tendido de redes de gas natural. Ha logrado la construcción de redes para 12.000 usuarios y la conexión de 8.000 viviendas, y ha financiado los servicios y capacitado personal local. Sus mecanismos de asociaciones público-privadas y de acción colectiva fomentan prácticas inclusivas y sostenibles.



Figura 3. Oficina de la Fundación Pro Vivienda Social, [13] Moreno 2019. Fuente: elaboración propia.

La tecnología no constituye una receta universal (Basuino et al., 2000). La vivienda de interés social sostenible implica pensar servicios y tecnologías adecuadas a las posibilidades e intereses de la población atendida; ser respetuoso de su cultura, procurar generar empleo, capacitaciones y mantenimiento.

3. Diseño bioclimático y envolvente

El buen diseño bioclimático, con una adecuada envolvente edilicia, es fundamental en la vivienda sostenible. La elección de

los materiales y sistemas constructivos afectan tanto las potenciales condiciones de confort de la vivienda como al costo de construcción y mantenimiento. Un diseño arquitectónico con criterios de sostenibilidad minimiza el impacto ambiental de la implantación, producción y uso de los edificios. Se adecua a las condiciones del sitio (clima, topografía, cultura, etc.), definiéndose en función de las mismas: tipología, materiales, sistemas constructivos, orientaciones, relación entre envolvente opaca y vidriada, protecciones exteriores, ventilaciones y el aislamiento térmico de la envolvente. Esto, con la adopción de tecnologías apropiadas, contribuye a hacer un uso racional y eficiente de los recursos energéticos y materiales. El uso de recursos locales y la recuperación de materiales mediante técnicas de reciclaje contribuirían también a reducir el impacto ambiental y al fortalecimiento de tejidos productivos y de servicios, en el lugar. A su vez, propiciarían la generación de empleo local, luego identidades culturales, en el entorno construido (Azqueta, 2017; Secretaría de Vivienda, 2019).

3.1. Aislamiento térmico de la envolvente

La incidencia de los edificios en el consumo energético, y en particular del sector residencial, ha sido extensamente discutida en la literatura especializada (Harvey, 2010 y Gastiarena et al., 2017). Existen importantes oportunidades para eficientizar el uso de la energía. En Argentina, de acuerdo al Balance Energético Nacional 2018 de la Secretaría de Energía de la Nación,⁸ los edificios absorben alrededor del 38% de la oferta energética nacional, ver Figura 4. Más de la mitad del consumo de los edificios se emplea en calefacción y refrigeración (Gil y Prieto, 2013).

⁸ Ver <https://www.minem.gob.ar/>

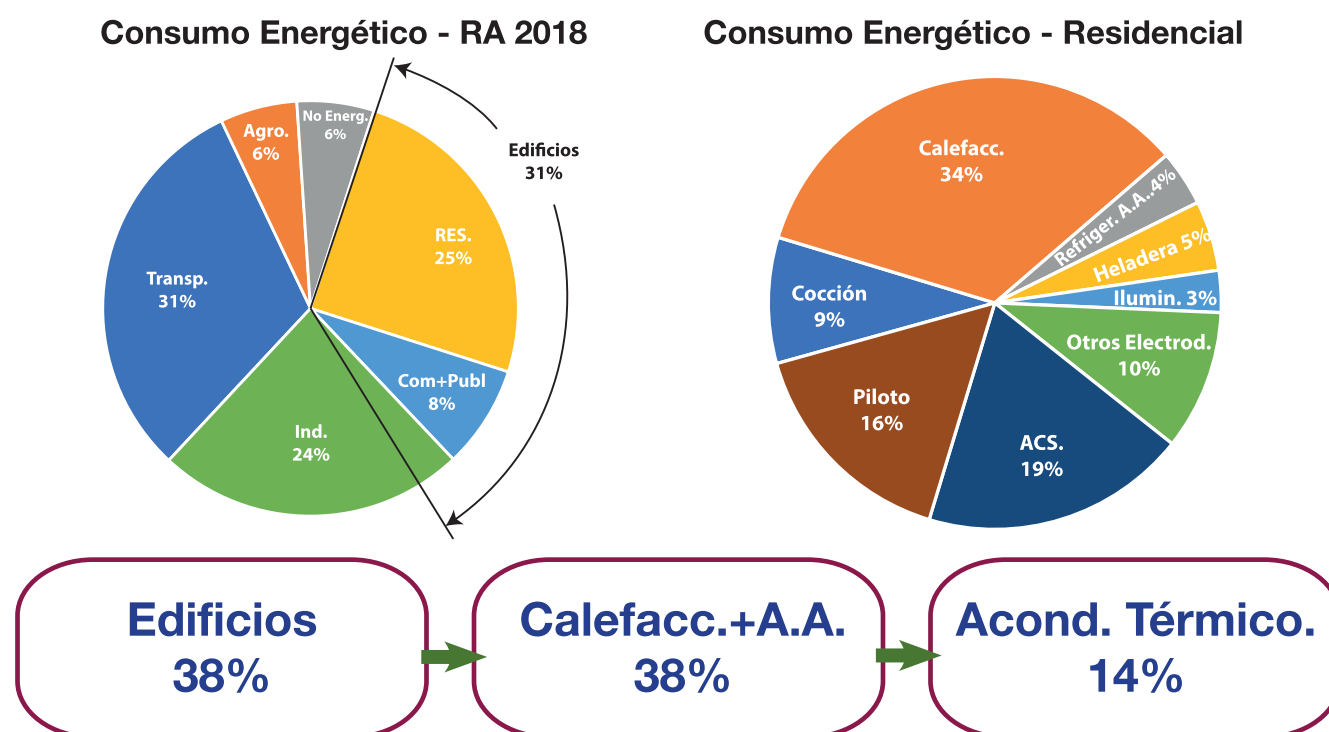


Figura 4. Izquierda, consumo energético total para el año 2018. Derecha, distribución del consumo residencial. El consumo residencial (Res.), comercial+público (Com+Publ.) junto a aproximadamente el 5% de consumo Industrial (Ind.), se considera asociado a las viviendas y edificios. De este modo podemos decir que en Argentina un 38% de la energía la consumen distintos tipos de edificios. Los otros consumos se refieren a: consumos del transporte (Transp.), Agropecuario (Agro.) y No Energéticos (No Energ.) es decir a los insumos energéticos usados como materia prima para aplicaciones no energéticas, por ejemplo, plásticos, fertilizantes, etc. Combinando los consumos de calefacción y aire acondicionado (refrigeración), el consumo para acondicionamiento térmico es del orden del 14% del consumo total de Argentina. Fuente: elaboración propia.

La eficiencia energética, aplicada al diseño, producción y uso de los edificios, es un recurso de una potencialidad significativa. Centrando en las viviendas de interés social, las mejoras posibles son numerosas. Ellas trascienden los aspectos energéticos brindando beneficios varios en la calidad de vida a sectores de bajos recursos económicos.

Según la Secretaría de Energía de la Nación (2019), “aislar térmicamente las paredes, techos y pisos puede llegar a representar una reducción del consumo de calefacción y aire acondicionado de entre un 35% a un 70%.” Otros estudios indican que mejorando la aislación térmica de las paredes exteriores y techos con aislantes convencionales, como lana de vidrio (LV), poliestireno expandido (EPS) o poliuretano (PUR), y sobre todo utilizando diseños constructivos adecuados, se puede reducir la transmitancia térmica de la envolvente en un factor del orden de 2 (Czajkowsky et al., 2017; Volantino et al., 2010). Asimismo, el empleo de bloques de hormigón celular curado en autoclave (Retak), en lugar de ladrillo huecos o macizos, reduce notablemente la transmitancia térmica de las paredes.

El uso de ventanas de doble contacto⁹ con perfiles de PVC o de aluminio con ruptor de puente térmico (RPT) y burletes de goma o similares disminuye significativamente las infiltraciones de aire. Ventanas con doble vidrio o doble vidrio hermético (DVH), permiten mayor aislación respecto del vidrio simple. Estas pueden mejorar la aislación térmica en un factor de 2, reduciendo así el consumo de energía para calefacción de la vivienda. Esta mejoría en la envolvente térmica también disminuiría los requerimientos energéticos de refrigeración.¹⁰

3.2. Dónde, cuánto y cómo aislar la envolvente edilicia

El confort térmico de los habitantes requiere de elementos auxiliares de climatización, tanto en invierno como en verano. La Norma IRAM 11603 Clasificación Bioambiental de la República Argentina” y el Censo Nacional de Población de 2010, indican que el 67% de las viviendas están ubicadas en climas templado-cálido y templado-frío, en las zonas Bioambientales III y IV. Estas abarcan: Sur de Santa Fe, Córdoba y San Luis; San Juan; norte y sur de Buenos Aires y franjas de La Pampa, La Rioja, Tucumán, Salta y Jujuy e incluye importantes áreas metropolitanas.

La falta de aislamiento adecuado que reduciría la necesidad de climatización auxiliar, responde a diversas causas, entre ellas, cuestiones culturales. En muchas viviendas costosas, no existe el hábito de construir con el adecuado aislamiento, a pesar de que los propietarios disponen de los recursos económicos para la inversión y de que son conocidos los beneficios individuales y sociales de la eficiencia energética (Azqueta, 2018).

3.3. Aprovechar la inercia térmica como tecnología solar pasiva para calefacción y refrigeración

La inercia térmica en los edificios es un recurso utilizado desde la antigüedad, para alcanzar confort en zonas climáticas de

9 Aberturas con doble contacto, son aquellas que están compuestas de dos elementos, un marco fijo al muro y una hoja articulada que permiten comprimir una o más líneas de burletes. Puede ser ventanas para abrir o abatibles.

10 En Argentina, existe la norma IRAM 11900: Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética.

gran amplitud térmica, atenuando la diferencia de temperatura entre el día y la noche. El empleo de materiales, con determinada capacidad calorífica o calor específico y masa capaces de almacenar energía durante el día y liberarla durante la noche, permite ahorrar en el consumo de energía en calefacción e incluso en refrigeración (Azqueta, 2019).

Un muro pesado –caracterizado por una masa considerable– presenta una gran inercia térmica. Absorbe calor durante el día, debido a la Temperatura sol-aire ($T_{sol-aire}$)¹¹ de la superficie exterior, muy superior a la temperatura ambiente, y lo va almacenando de manera progresiva, disipándolo al interior de la vivienda durante la noche. A la mañana siguiente, y con una ventilación adecuada, dicho muro ha reducido su temperatura, para empezar de nuevo el ciclo de amortiguación y retardo: absorber calor durante el día, y emitirlo durante la noche, manteniendo la temperatura interior en un entorno confortable y reduciendo la necesidad de utilizar equipos auxiliares de acondicionamiento térmico. Se trata de mecanismos de refrigeración y calefacción pasivos, que aprovechan la diferencia de temperatura entre el elemento constructivo y su entorno, amortiguando las diferencias térmicas y desplazando temporalmente sus picos, comportándose de forma anticíclica. Esto es particularmente importante en climas de gran amplitud térmica diaria, como la ciudad de Mendoza o Córdoba.

La inercia térmica, junto a un buen aislamiento, pueden constituir un recurso asequible que permite mantener una temperatura constante durante el día, en el interior de una vivienda, siempre y cuando dicha vivienda permanezca cerrada durante el día y la temperatura nocturna no supere los 25° C.

3.4. La orientación

Las paredes y las ventanas dependerán de la orientación y de la latitud del emplazamiento. En general, en climas templados y fríos, la orientación norte tiene ventajas sobre la orientación sur (sin incidencia solar directa durante todo el semestre frío). En el verano la orientación Este prevalece sobre la Oeste, porque,

¹¹ *Tsol-aire*: representa, de modo simplificado, el efecto combinado de la temperatura ambiente (TBS), la irradiación solar incidente y la absorbancia (α) derivada del color y la rugosidad de la superficie.

aunque son simétricas en cantidad de irradiación solar recibida, la cara orientada al Oeste estará insolada por la tarde, en coincidencia con el momento del día en que se registran las temperaturas más elevadas.

En verano, en climas templados es conveniente bloquear la irradiación solar sobre los muros en las orientaciones este, norte y sudoeste y en especial sobre las superficies vidriadas sin protección, ya que la excesiva irradiación solar puede llegar a ser un problema, (no sólo la que incide directamente, sino también la reflejada en las superficies claras del entorno). Un *blackout* o cortina interior para el oscurecimiento de locales vidriados, por ejemplo, no impide que buena parte de la irradiación que atraviesa una superficie vidriada se transforme en calor. Si a ello se suma una elevada inercia térmica, el resultado puede ser contrario al deseado. No obstante, la mayor incidencia solar se dará sobre las superficies horizontales, como terrazas, de ahí la importancia de la aislación térmica de las cubiertas.

3.5. Ventanas

Las ventanas grandes, sin cortinas de enrollar, ni postigos, con vidrio simple y carpinterías de poca hermeticidad, provocan infiltraciones de aire y la pérdida o ganancia de calor. En estas ventanas, el factor de pérdida de calor resulta tres veces superior al de la envolvente opaca constituida por los muros, mientras que se constituyen como una significativa fuente de calor por ganancia solar indeseada en verano.

En viviendas sociales tradicionales son habituales las ventanas corredizas, de poca calidad y menor costo, en general de aluminio de perfil tipo “herrero”. La calidad de los perfiles se ha ido incrementando con el paso del tiempo, admitiendo DVH, vidrios especiales (laminados, LowE (de baja emisividad) o SolarE (reflectivos). Las de perfiles Modena están un escalón más alto y de un costo significativamente mayor, pero sin llegar a las ventanas de alta prestación de aluminio con RPT o de PVC de doble contacto, que incrementa su estanqueidad. Las mejoras posibles consistirían en reducir las infiltraciones con burletes adecuados y el agregado de DVH, si aquéllas fueran de vidrio simple (aunque el perfil “herrero” más económico y popular en viviendas sociales, no lo admite), y cortinas de enrollar si no hubiesen sido previstas.

Un alero orientado al norte o parasol de lamas horizontales reducen las ganancias solares por irradiación solar directa en el verano. Parasoles fijos de aletas verticales perpendiculares a la fachada son una buena solución para la orientación sur, donde no incide el sol en invierno, pero sí en las primeras y últimas horas del semestre cálido. Para orientaciones intermedias, las aletas verticales deberían ser inclinadas hacia el norte y la adecuada combinación de aleros y aletas (fijas o móviles) pueden resultar óptimas. Es ejemplo de ello, el *brise-soleil* de hormigón, como una suerte de fachada antepuesta, utilizado por el arquitecto Le Corbusier en diversos climas y países, incluso en la casa Curutchet en La Plata (Mazria, 1979).



Figura 5. Ejemplo de cortinas con lamas basculantes. Fuente: elaboración propia.

4. Opciones constructivas para vivienda social

En la construcción de viviendas sociales de mediana altura, se recurre a menudo a una estructura independiente de hormigón armado (HA) con cerramientos de ladrillos cerámicos huecos, ambas de una baja performance higrotérmica y generadoras de importantes puentes térmicos. Mitigan esos problemas, la aislación térmica y la terminación exterior.

Sistemas como el *Steel Framing* o los tridimensionales tipos Concrehaus o Cassaforma de concreto armado y alma de EPS, con un diseño especial desde la concepción misma de la obra, resultarían alternativas competentes. Para viviendas existentes, se puede incorporar una capa adicional de aislación térmica de

EPS¹² en la cara exterior de los muros, adherida con *base coat* (premezcla de cemento aditivada), y/o sujeta con tornillos y arandelas especiales, protegiendo y rigidizando la malla de fibra de vidrio (Diulio, 2016). Las ventajas de este sistema es que permite un cierto grado de inercia térmica, evita los puentes térmicos y facilita el reacondicionamiento de viviendas existentes. Otra solución es cubrir el aislante EPS o la lana mineral con un tabique de menor espesor o con placas especiales de fibrocemento. El aislamiento interior requiere de una barrera de vapor, colocada en la cara interior del aislante.

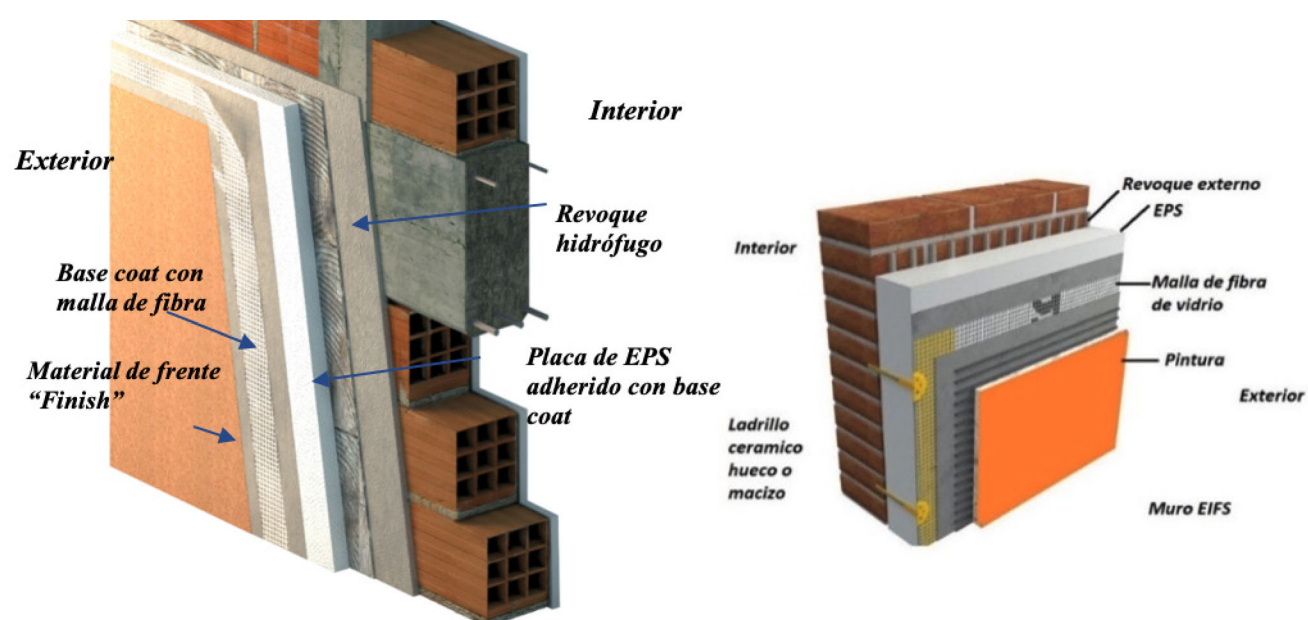


Figura 6. Ejemplos de muros con sistema de aislamiento y terminación exterior (EIFS), a la izquierda con ladrillos huecos y a la derecha con ladrillos macizos. Fuente: elaboración propia.

4.1. Modelos de viviendas para analizar los costos y consumos de calefacción

Para analizar consumos energéticos y los costos de construcción, se plantea un modelo hipotético de edificio de escala media. Un proyecto arquitectónico real debería tomar las opciones de diseño que se desprendan de un análisis integral del caso, incluyendo la región bioclimática, la orientación, su particular ubicación, etc., que en este ejercicio preliminar no se consideran.

Como prototipo se propone en un edificio compacto, de cuatro pisos, con la planta baja parcialmente libre, destinada

12 Las placas de poliestireno expandido EPS, por corte o especialmente moldeadas, son un aislante difundido en nuestro medio. También se utiliza lana mineral.

a estacionamiento de automóviles, motos y bicicletas; espacio verde de expansión, una posibilidad de local comercial y un pequeño salón de usos múltiples (SUM). El edificio tiene un acceso principal por una escalera al frente, desde el que se ingresa a las viviendas, a través de un palier. Esto brinda un espacio de interacción social y control visual desde el exterior, para seguridad de los habitantes. Asimismo, se dejó un espacio para un medio de elevación para discapacitados o de uso general, también con criterio de visibilidad. La densidad habitacional es del orden de los 9,15 m² por habitante. La escalera de ingreso, de estructura metálica, está, en su mayoría, desvinculada de las losas de las



Figura 7. Vista general de un modelo hipotético de edificio compacto de vivienda social propuesto para el análisis. Fuente: elaboración propia.

plantas, lo que reduce los puentes térmicos habituales en nuestro medio en donde, a semejanza de los balcones, por lo general son una extensión en voladizo de las losas de los diferentes pisos. Una visión esquemática de un edificio así se muestra en la Figura 7.

Para analizar sus consumos energéticos, se plantean dos modelos constructivos diferentes:

A) Vivienda con envolvente de ladrillos huecos con capa aislante tipo EIFS, como se muestra en la Figura 7, y EPS en techos y losas. Este tipo de envolvente la designamos como de Tipo A (TA).

B) Vivienda idéntica a la anterior, pero con reemplazo de la mampostería de ladrillos cerámicos huecos por bloques de hormigón celular curado en autoclave HCCA, Tipo Retak, y EPS en techos y losas.

El modelo B plantea una solución más económica y de mayor “performance” que la obtenible con sólo mejorar la envolvente del caso A (capa aislante tipo EIFS y EPS en techos y losas). Este tipo de envolvente la designamos como de Tipo B (TB).

Luego se consideraron tres tipos de viviendas, para cada tipo o modelo constructivo A o B, idénticas en dimensiones, diseño y orientación.

Para el modelo de vivienda A:

- ▶ Vivienda social convencional BAU (sigla para designar Business As Usual), con envolvente tradicional.

- ▶ Vivienda con Tipo A1: Vivienda Social con envolvente mejorada (EIFS y EPS en techos y losas), pero sin mejoras en las aberturas.

- ▶ Vivienda con Tipo A2: Vivienda Social con envolvente mejorada (EIFS y EPS en techos y losas), con mejoras en las aberturas.

Para el modelo de vivienda B:

- ▶ Vivienda con Tipo B1: Vivienda Social con envolvente mejorada (Retak) y EPS en techos y losas, pero sin mejoras en las aberturas.

- ▶ Vivienda con Tipo B2: Vivienda Social con envolvente mejorada (Retak) y EPS en techos y losas, con mejoras en las aberturas.

Para cada una de estas combinaciones, se analizan los consumos de energía para de calefacción, suponiendo que dichas viviendas se encuentren en la región de Gran Buenos Aires (GBA) o Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Asimismo, con un relevamiento de precios de mercado al 20 de setiembre de 2019, estimamos los costos constructivos totales y los convertimos a dólares estadounidenses (USD¹³) para independizar, en la medida de lo posible, el análisis de las variaciones de precios de la inflación. Los resultados se muestran en las Tablas IA y IB.

La vivienda construida usando bloques de hormigón celular curado en autoclave puede resultar cerca del 1% más económica que con ladrillos huecos tradicionales. El incremento del costo de la vivienda, usando la tecnología de bloques de hormigón celular curado en autoclave HCCA y EPS en techos y pisos, es similar al modelo BAU, pero brinda mucha mejor aislación térmica, sin necesidad de aislamiento adicional en los muros.

Tipo de vivienda A

Tabla IA.- Tipos de viviendas a considerar y sus respectivos consumos de calefacción en la zona de CABA y GBA con sus respectivos costos constructivos, usando la tecnología EIFS.

Tipo de vivienda (nombre corto)	BAU o Tipo 0	Vivienda Tipo A1	Vivienda Tipo A2
Consumo de Calefacción en CABA (kWh/año)	7.099	4.759	4.080
Costo promedio de la vivienda en miles USD	\$ 44,34	\$ 46,76	\$ 47,39
DGD (Déficit Grado Día)	852	852	852
G calculado W/m ³ .K (IRAM 11604)	2,13	1,43	1,22
Superficie Vivienda m ²	62,8	62,8	62,8

Fuente: elaboración propia.

13 Los precios indicados en este trabajo fueron actualizados a los valores de mercado vigentes a la primera semana de octubre de 2019. El precio del USD utilizado para la conversión fue de 63\$Ar.

Tipo de vivienda B

Tabla IB. - Tipos de viviendas a considerar y sus respectivos consumos de calefacción en la zona de CABA y GBA con sus respectivos costos constructivos, usando la tecnología de bloques de hormigón celular curado en autoclave HCCA y EPS en techos y losas.

Tipo de vivienda (nombre corto)	BAU o Tipo 0	Vivienda Tipo B1	Vivienda Tipo B2
Consumo de Calefacción en CABA (kWh/año)	7.099	4.642	3.962
Costo promedio de la vivienda en miles USD	\$ 44,34	\$ 44,00	\$ 44,63
DGD (Déficit Grado Día)	852	852	852
G calculado W/m ³ .K (IRAM 11604)	2,13	1,39	1,19
Superficie Vivienda m ²	62,8	62,8	62,8

Fuente: elaboración propia.

5. Servicios energéticos claves

Los servicios energéticos dados por el equipamiento de la vivienda tienen un impacto importante en el presupuesto de las familias, en particular en aquellas de recursos económicos medios y bajos. Por ende, es importante equipar la vivienda con artefactos eficientes que puedan reducir los consumos de electricidad y gas. El costo de los artefactos más críticos en el consumo de la vivienda, en general, no exceden el valor de un metro cuadrado de construcción, por lo que tienen, relativamente, un impacto muy bajo en el costo total. En los hogares argentinos y de muchos países, excluyendo la energía usada en el transporte, los principales consumos en las viviendas son los asociados al acondicionamiento térmico (calefacción y aire acondicionado), agua caliente sanitaria (ACS+Piloto), cocción, heladera, iluminación, etc. En la Figura 8 se los ilustra para una vivienda media de Argentina, en las regiones centro-norte, hasta el año 2019. A este modelo de consumo lo designamos como vivienda típica o vivienda BAU.

Viv. Soc. BAU=19,4 MWh/año

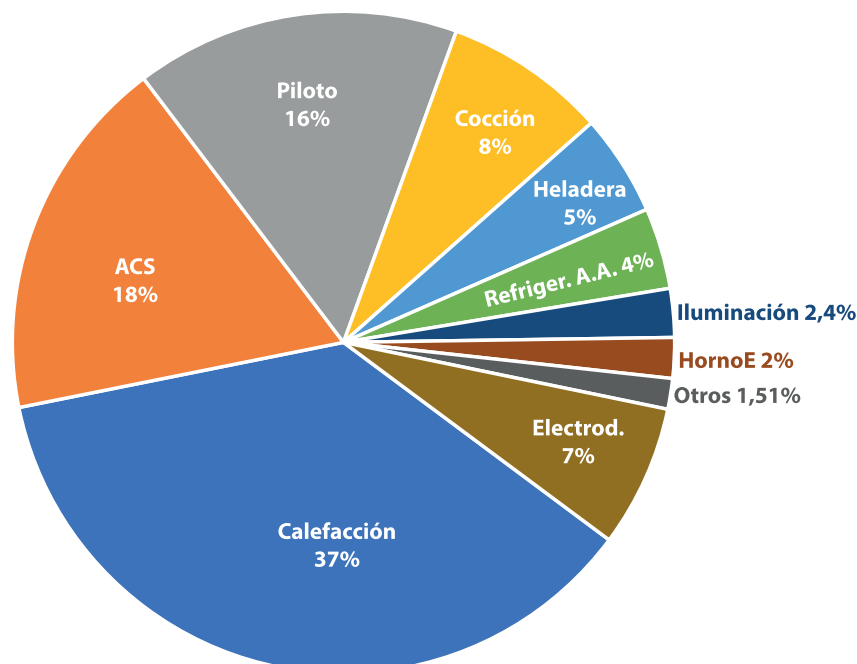


Figura 8. Consumo energético (electricidad y gas) en el sector residencial realizado en una muestra de 77 viviendas de la región de CABA y GBA de Argentina entre 2018 y 2019. Esta distribución de consumo es representativa de los consumos existentes en los 2018-2019. A este modelo de consumo lo designamos como consumo BAU. Fuente: Elaboración propia, a partir de mediciones realizadas en una muestra de 77 viviendas de extracción social media y baja.

Los servicios de calefacción y calentamiento de agua constituyen más del 70% de los consumos energéticos de una vivienda típica del centro-norte de Argentina; si se agregan los servicios de heladera, iluminación y refrigeración (Aire Acondicionado), estos representan el 83%. A estos cinco servicios energéticos, los designamos servicios claves.

Con un diseño apropiado y mejoras en la envolvente, como se discutió en la sección anterior, el consumo de acondicionamiento térmico se reduce notablemente. Más específicamente, estos consumos pueden reducirse en factores de 2 o aún mayores, como se ilustra en la Figura 9. Los consumos de la vivienda pueden reducirse aún más, si además se seleccionan artefactos claves:

- ▶ artefactos de calefacción adecuado y eficientes,
- ▶ sistema de agua caliente sanitaria (ACS) con etiqueta A en eficiencia, que minimicen o eliminen los consumos pasivos (pilotos),
- ▶ heladeras clase A (o mejor) en eficiencia energética,
- ▶ iluminación LED de alta eficiencia.

Si los consumos se redujeran en factor de 2, el gasto monetario en energía se reduciría en un factor mucho mayor, ya que al bajar los consumos se pasa a categoría de usuarios con menor

cargo fijo y gasto variable en la factura de electricidad y/o de gas. En la región del GBA y en CABA, una reducción de un factor 2 en el consumo de energía, puede implicar una reducción de 3,5 en los gastos de energía de las familias.

Con las mejoras adicionales de equipos claves (ACS, heladeras y lámparas) para una vivienda con envolvente mejorada se ahorraría en los consumos, según se ilustran en la Figura 9. Una vez mejorada la envolvente de la vivienda, el ACS continúa siendo el segundo mayor consumo de energía en la vivienda. En los casos en que sea posible el uso de sistemas solares térmicos para calentar agua, el consumo de ACS se puede reducir aún más, como se ve en el panel derecho de la Figura 9 (Lanelli et al., 2017). Al primer nivel de eficiencia logrado con equipo de ACS, heladera y sistema de Aire Acondicionado con etiqueta A en eficiencia, y reemplazo de luminarias por lámparas LED, lo llamamos Nivel de Eficiencia A (o EA). Si a este nivel de eficiencia, además le asociamos un sistema solar térmico de calentamiento de agua sanitaria, obtenemos el Nivel de Eficiencia B (o EB). Por último, si a estas medidas de eficiencia, agregamos un sistema fotovoltaico de generación de electricidad, obtenemos lo que designamos como Nivel de Eficiencia C (o EC).

Con simples modificaciones y poco costosas medidas de

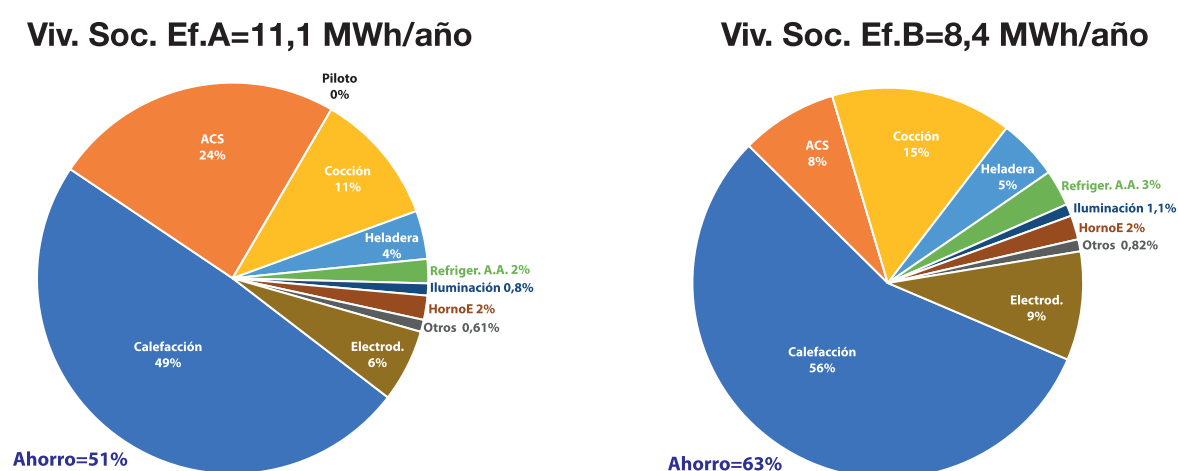


Figura 9. Consumo energético residencial (electricidad y gas) resultante de introducir medidas de eficiencia en envolvente. A la izquierda, Nivel de Eficiencia A, o sea se incorporan sistemas de ACS etiqueta A en eficiencia, sin consumos pasivos, Heladeras A e iluminación LED. Los ahorros esperados son del 51%. A la derecha, Nivel de Eficiencia B, a las mejoras se incorporadas en el nivel A, se agrega un sistema solar térmico de ACS, con lo que la reducción del consumo energético es del 63%. Fuente: elaboración propia.

eficiencia es posible reducir el consumo energético en más de la mitad del valor promedio BAU, que se muestra en la segunda columna de la Tabla II. Estos consumos son los promedios

obtenidos en una muestra de 77 viviendas del GBA y CABA. Los valores de calefacción y refrigeración se refieren a la zona central de Argentina (GBA, Córdoba o Rosario). En este esquema, los consumos de calefacción adoptados son los de la Tabla 1B. Las unidades de los consumos están en kWh/año, excepto las líneas de los consumos totales que están, como se indica, en MWh/año. La tercera y cuarta columnas muestran los consumos en los niveles de eficiencia A y B, respectivamente. Obsérvese que el potencial ahorro en electricidad de usar un equipamiento eficiente puede ser del orden 60%.

Tabla II. Distribución de los consumos energéticos (eléctricos y de gas) residencial.

	Promedio	Eficiencia A	Eficiencia B
Equipo	BAU	EA	EB
Calefacción	7.099	4.642	3.962
ACS	3.560	2.337	591
Piloto	3.087	0	0
Cocción	1.632	1.086	1.086
Heladera	914	350	350
Refrigeración y A.A.	695	198	198
Iluminación	468	79	79
Horno Eléctrico	296	182	182
Otros	292	58	58
Electrodomésticos	1.325	617	617
Total (MWh/año)	18,7	8,7	7,0
Ahorro relativo a BAU		53%	63%
Consumo eléctrico (MWh/año)	4,0	1,5	1,5

Fuente: elaboración propia.

El incremento del costo para equipar adecuadamente estas viviendas con equipos claves eficientes no supera los 1000 USD/vivienda. Dado el bajo incremento del costo total del hábitat y la reducción considerable en los consumos, sería aconsejable el uso de equipamiento eficiente clave, que complemente y/o potencie las mejoras logradas por diseño bioclimático.

La Figura 10 muestra los consumos de distintos sistemas de ACS que se usan en Argentina y sus respectivos consumos anuales (Iannelli et al., 2016). Con el uso de un calefón clase A, a gas natural (Cal A GN), en eficiencia los consumos prevalentes en ACS se pueden reducir en un factor mayor a 2. Si además se utiliza un sistema solar térmico (ST) híbrido para calentar agua, asociado a un calefón A modulante, apto solar, los consumo en ACS puede reducirse en un 85%.

Sin embargo, la Figura 10, muestra sólo un aspecto del costo del calentamiento de agua, el consumo de combustible. Desde luego, para el usuario, además del costo de la energía de cada sistema de ACS, se debe tener en cuenta el costo de los equipos y su mantenimiento. Asimismo, en caso del gas natural, hay una instalación interna que se debe construir. Dado que en general una instalación interna cuesta alrededor de mil USD para prestar los tres servicios (coccción, ACS y calefacción), en este análisis prorateamos sus costos en partes iguales entre los tres servicios.

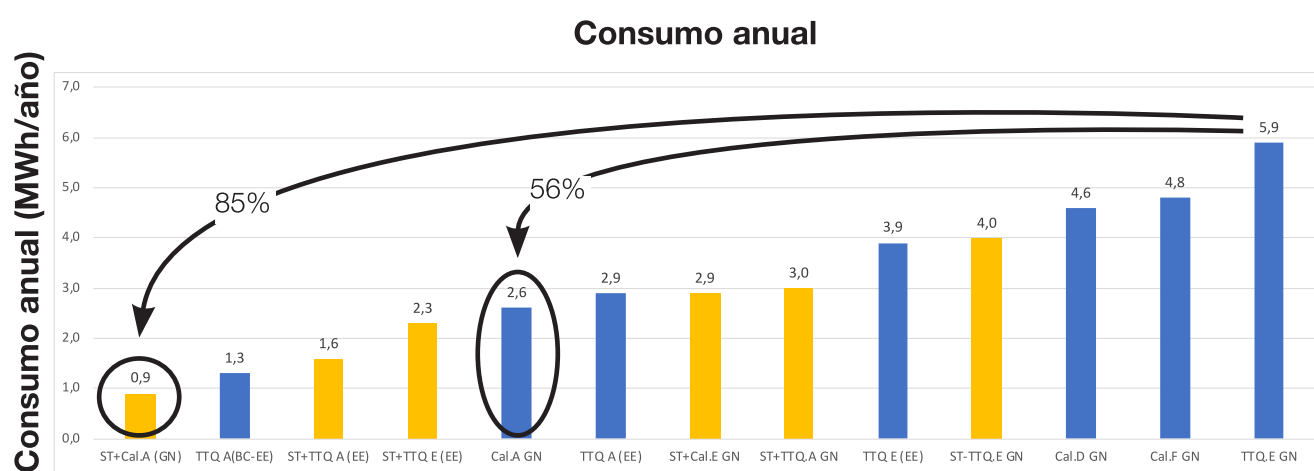


Figura 10. Consumos de energía usada por año en el calentamiento de 180 litros/día de agua sanitaria usando distintas tecnologías. La variación del consumo anual en ACS entre los distintos modos es muy notable y está indicado por las barras. Los sistemas solares (ST) híbridos, indicados en amarillo, pueden aportar muy significativos ahorros de energía. Aclaración: TTQ (termotanque), Cal. (calefón), GN (gas natural), EE (funciona con electricidad) y BC (bomba de calor). Fuente: Iannelli et al. (2017).

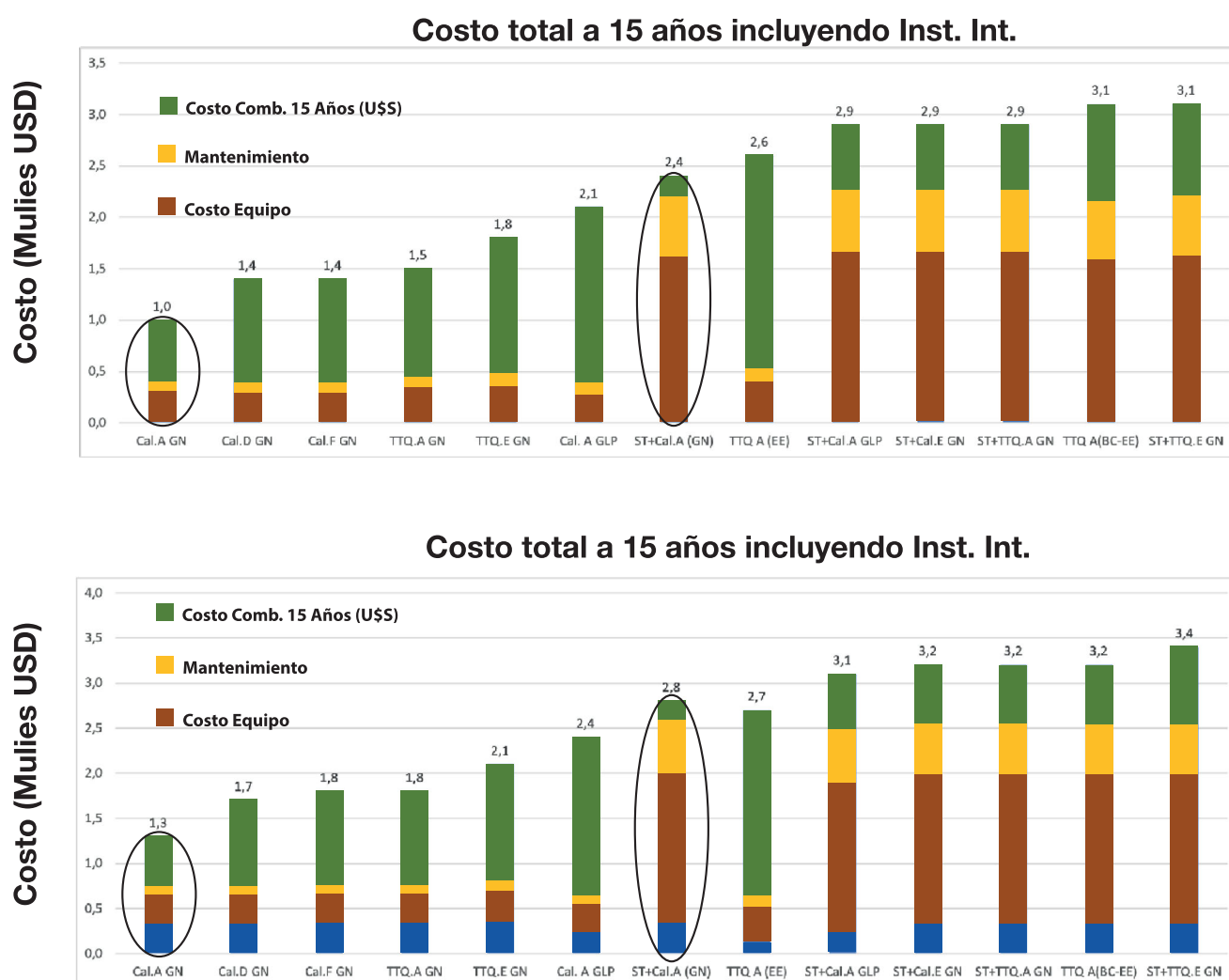


Figura 11. Costos asociados al ACS en 15 años, en GBA o CABA. Las barras rojas indican el costo de los equipos, el costo de la energía son las barras verdes y mantenimiento las barras naranjas. Los costos de la energía son los valores presentes usando una tasa de descuento del 7% en dólares. En el panel inferior, se incluye además en costo proporcional de la instalación interna (barras azules). Las tecnologías de menor costo total son los calefones A con encendido electrónico. Los costos de mantenimiento se tomaron como el 60% del costo del equipo aplicado en la mitad de la vida del equipo. Fuente: elaboración propia.

En la Figura 11 se muestran los costos de distintos equipos de ACS en el GBA o CABA. Como se ve, el modo más económico de producir ACS a lo largo de 15 años, la vida útil típica de estos artefactos, en estas zonas de Argentina, es utilizando calefones A de gas natural con encendido electrónico. En esta figura, también se incluye el costo de mantenimiento. Como es lógico, los costos de reparación y mantenimiento en general resultan proporcionales a la complejidad del equipo, que a su vez se relaciona con el costo. El criterio de costo de mantenimiento se calcula en el orden del 60% del costo del equipo, a concretarse en la mitad de su vida media. En cuanto a los costos de la energía usada, sus valores se muestran en la Figura 13. En cuanto al costo del GLP usado, se tomó el valor medio del costo del GLP en garrafa y tubos.

Por su parte en la Figura 12 se muestran los costos de distintos equipos de calefacción y de la energía usada por ellos a lo

largo de un año, para una vivienda social de aproximadamente 60 m², con una envolvente convencional (tipo BAU) en el GBA o CABA.

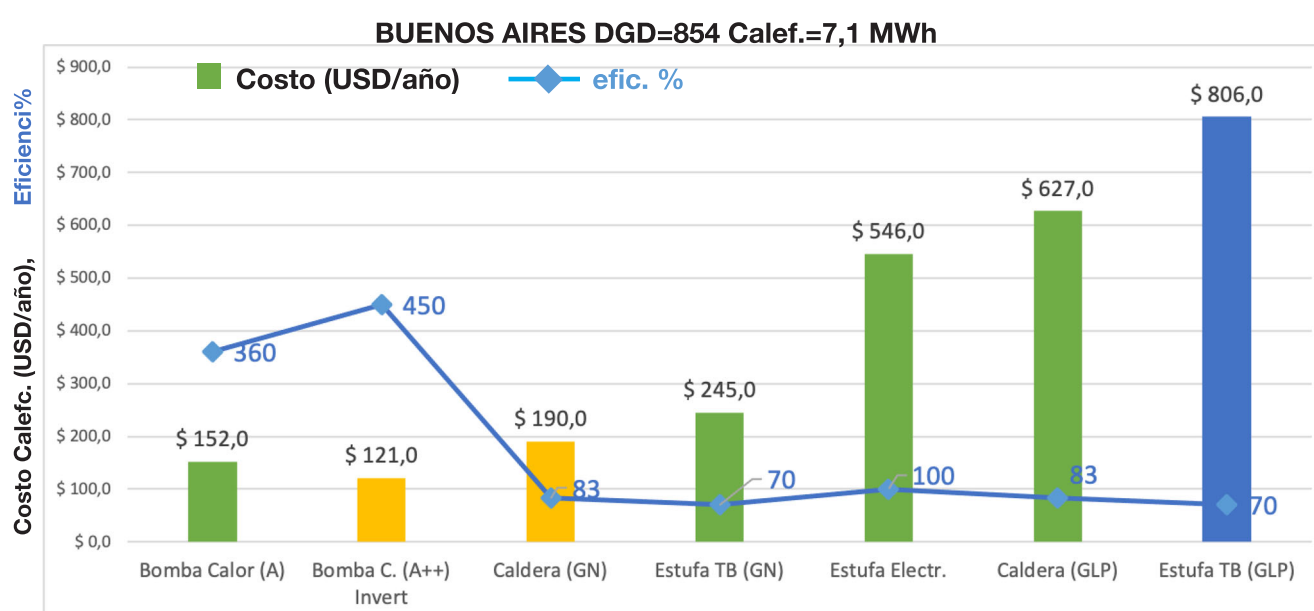


Figura 12. Variación de los costos en USD/año de los combustibles o insumos necesarios para calefaccionar una vivienda, ubicada en GBA o CABA del tipo prevalente actualmente en Argentina, (BAU) por año. Las barras son los costos de la energía. Los rombos azules son las eficiencias típicas de cada artefacto. Fuente: elaboración propia.

En la zona del GBA o CABA el costo del kWh¹⁴ eléctrico es aproximadamente 3,5 veces mayor que el kWh de gas natural. Con esta relación de precios, el costo de calefaccionar con una bomba de calor es más bajo que con gas natural, como se ilustra en la Figura 12. Pero como esta relación de costo de electricidad-gas varía por localidad, es necesario revisar en cada caso esta relación. Por ejemplo, en Salta es de 5,4 por lo que allí calefaccionar a gas es más barato que hacerlo con una bomba de calor. En la Figura 13, se muestra un esquema típico de los costos de los combustibles e insumos más comunes en tres zonas de Argentina.

Por otra parte, debido a los distintos subsidios aún vigentes en Argentina, en la Patagonia (al sur del Río Colorado) el gas natural es al menos un factor 2 más económico que en las regiones centro-norte. En muchas ciudades del sur, la relación de costo electricidad-gas es mayor a 8. Esto convierte al gas en el combustible más conveniente en la zona sur de Argentina, siempre que tengan acceso al gas natural por redes.

14 kWh es el símbolo abreviado del kilo Watt hora, una unidad energética muy útil, equivalente a 3,6 MJ o bien a 0,86 Mcal. Por otra parte, 1 m³ (GN) equivale a 10,8 kWh.

Costo de insumos energéticos

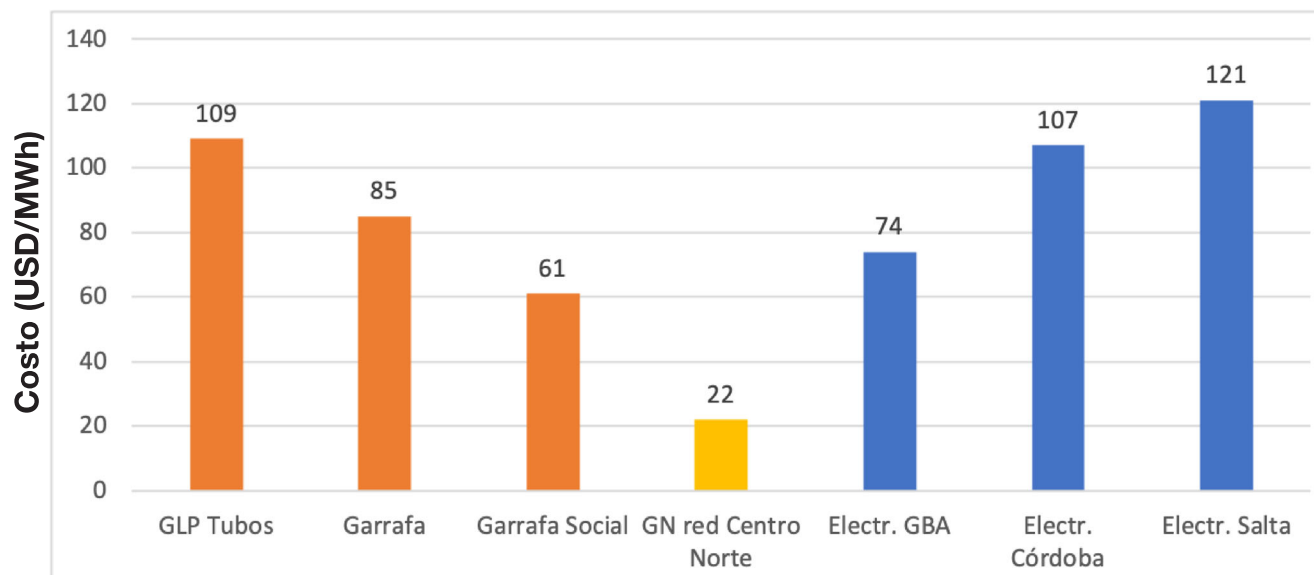


Figura 13. Variación de los costos de MWh con impuestos y cargos en el sector residencial de los distintos combustibles e insumos en tres zonas de Argentina. Los números en azul arriba de las barras indican la relación de cada insumo, relativo al gas natural (GN) por red. Fuente: elaboración propia.

Además, del costo de la energía de cada sistema de calefacción, es necesario tener en cuenta el costo de los equipos. En la Figura 14 se muestran los costos de distintos equipos de calefacción y de la energía usada por ellos a lo largo de diez años para una vivienda social de aproximadamente 60 m², con una envolvente convencional (Tipo BAU) en el GBA o CABA. Como se ve, los modos más económicos son:

- ▶ los equipos de Aire Acondicionado (frío/calor) o bombas de calor (A en el etiquetado de eficiencia o mejor A++ con Inverter). En particular si la relación costo de la unidad de energía electricidad-gas natural es inferior a 3,8.
- ▶ las estufas de tiro balanceado a gas natural.

Desde luego, los valores indicados en las Figuras 12 y 14, dependen de la localidad, pero en general favorece a las estufas de tiro balanceado y bombas de calor. La incidencia del costo proporcional de la instalación interna, de 333 USD, para el gas natural, no afecta demasiado lo que muestra la Figura 14, ya que las diferencias en costos de las diferentes tecnologías en mayor que este valor.

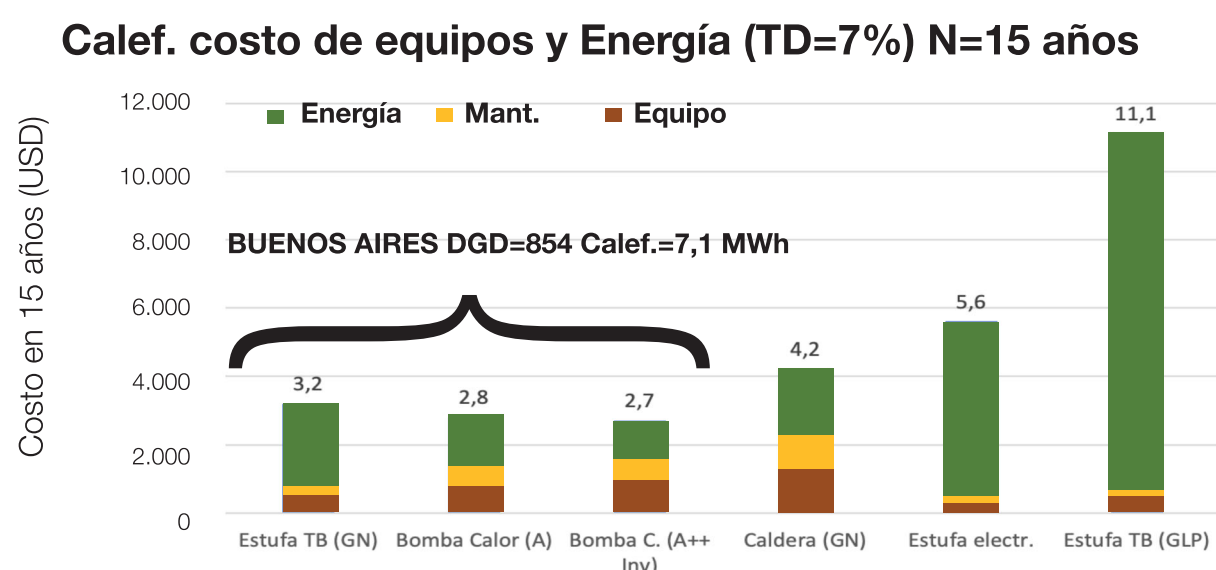


Figura 14. Variación de los costos de calefaccionar una vivienda, ubicada en GBA o CABA del tipo prevalente actualmente en Argentina, para diez años, incluyendo el costo de los equipos (barras rojas), el costo de la energía (barras verdes) y mantenimiento (barras naranjas). Los costos de la energía fueron reducidos a valores presentes usando una tasa de descuento del 7% en dólares. Las tecnologías de calefacción de menos costo total son: los equipos de aire acondicionado (frío/calor) o bombas de calor (A en el etiquetado de eficiencia o A++ con Inverter y las estufas de tiro balanceado [TB] a gas natural). Fuente: elaboración propia.

A medida que los inviernos son más rigurosos, las bombas de calor con Inverter (Etiqueta A) y las calderas a gas con radiadores de agua se vuelven más competitivas. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que el rendimiento (COP^{15}) de las bombas de calor en climas fríos disminuye al aumentar el salto térmico del interior con el exterior (Williamson y Aldrich, 2015), cosa que no sucede con las calderas. Otro parámetro importante a tener en cuenta es la relación costo de electricidad respecto del gas ($R_{\text{electr_gas}} = \text{Costo_Electricidad} / \text{costo_gas}$). Si el cociente es $COP / R_{\text{electr_gas}} > 1$, la bomba de calor es más conveniente, en caso contrario las estufas de gas a TB y calderas a gas son preferibles desde el punto de vista económico.

Como señalamos antes, en la región sur de Argentina, la relación costo de electricidad respecto del gas ($R_{\text{electr_gas}}$) es muy alta. O sea: $COP / R_{\text{electr_gas}} < 1$, por lo que es más conveniente, en general, usar estufas a gas de TB o calderas a gas. De este modo, se debe tener precaución en la selección adecuada de bombas de calor en regiones frías, donde por lo general los COP son inferiores que en zona centro-norte de Argentina. En esta región, tanto las estufas de gas a TB y las calderas duales a gas natural, que brindan agua caliente sanitaria ACS y calefacción (por

15 El COP o Coeficient of Performace de una Bomba de Calor (AA frío/calor) se define como el cociente entre el calor que genera o bombea el equipo y la energía eléctrica que consume el equipo. Las Bombas de calor Etiqueta A tiene un $COP \approx 3,3$ y uno con iverter puede tener un $COP > 4$.

radiadores o losa radiante) en un único equipo, pueden ser elementos muy interesantes de considerar como parte del equipamiento de calefacción de viviendas sociales. El hecho de que un solo equipo provea dos servicios distintos (ACS y calefacción) hace que la diferencia de costo inicial de la caldera y las estufas de tiro balanceado se compense, al menos parcialmente. Si se tiene en cuenta que los equipos de calefacción pueden durar más de diez años, estas diferencias de costo inicial se atenúan. De hecho, en la Figura 14, el costo de los equipos que tienen dos funciones, calefacción y ACS (calderas) / calefacción y refrigeración (bombas de calor), se consideró para calefacción solo el 60% de su costo inicial, dejando el costo inicial restante para su otra función.

Una limitación de las estufas de tiro balanceado es su dificultad en el encendido y la regulación de la temperatura. Esto lleva a que muchas veces estos equipos permanezcan encendidos mucho tiempo en modo piloto, lo que insume más energía y costos, no computados en la Figura 14. Por ello, en las estufas de tiro balanceado, es importante que dispongan de termostatos, encendido electrónico y que sean Etiqueta A en eficiencia energética.

El rol del termostato es crucial para lograr confort térmico y reducir los consumos de energía. Por cada 2°C adicionales de temperatura en estos, el consumo se incrementa en un 30% en la región central de Argentina (Prieto y Gil, 2014).

En definitiva, además de las mejoras el diseño arquitectónico bioclimático, es crucial la incorporación de artefactos básicos eficientes en la vivienda social, incluyendo: equipos de calefacción y refrigeración (calderas o aire acondicionados con tecnología Inverter), sistemas de ACS eficientes (Etiqueta A), preferentemente calefones con encendido automático y, en donde resulte posible, incorporar un sistema de calentamiento de agua solar con apoyo convencional eficiente. Heladeras A (o mejor) en etiquetado de eficiencia e iluminación LED.

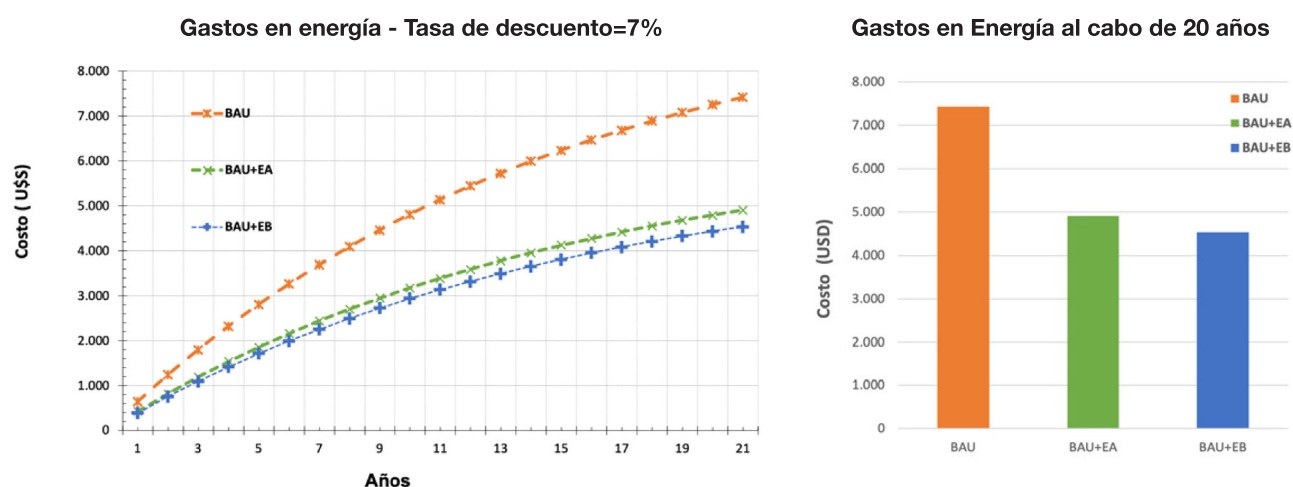


Figura 15. A la izquierda, variación de los gastos de energía de una vivienda, ubicada en GBA, reducidos a valores presentes (tasa de descuento=7% anual) para los distintos modelos de consumo de una vivienda tipo B. Derecha, monto total de los gastos acumulados de energía al cabo de 20 años, reducidos a valores presentes. Estos valores se calcularon con las tarifas vigentes a setiembre de 2019 en la región del GBA. Fuente: elaboración propia.

En la Figura 15, se ilustran los gastos de consumo de energía de una vivienda a lo largo de 20 años, con los tres modelos de equipamiento discutidos previamente. Como se puede observar, los costos de la energía a 20 años (reducidos a valores presentes con una tasa de descuento del 7% anual)¹⁶ son muy significativos, al igual que los potenciales ahorros en los distintos escenarios. En esta figura se muestra cómo evoluciona el costo de consumo de energía para calefaccionar estas viviendas, a lo largo de los años.

Dado que la inversión en la construcción de la vivienda y los gastos de energía para su funcionamiento se realizan en tiempos diferidos, para poder comparar estos costos de manera objetiva, es necesario realizar el procedimiento de reducir todos los costos a un tiempo dado, es decir, reducir a valores presentes.¹⁷ La curvatura de las tendencias se debe a la tasa de descuento aplicada a estos costos para reducirlos a valor presente. En el panel de la derecha se muestra el costo acumulado a 20 años. En este caso, la elección de 20 años para la vivienda se debe a que ese es el tiempo medio de permanencia de una familia en una residencia. Luego de ese tiempo, la vivienda perdura, pero la situación familiar en general cambia, siendo usual

16 La reducción a *valores presentes* es un procedimiento usual en economía cuando se desea realizar una evaluación de un proyecto. Para ello se tiene en cuenta que pagar dinero en un momento dado tiene un valor distinto si ese mismo monto se paga diferido en el tiempo, para cuantificar la reducción del valor se usa lo que se conoce como la *tasa de descuento*.

17 Si la tasa de descuento anual es TD , el monto de un gasto A_0 que se realiza después de n años, reducido a valor presente ($A_{vp}(n)$) será: $A_{vp}(n) = A_0 / (1 + TD)^n$. A una tasa de descuento $TD = 7\%$, en 10 años es factor $1 / (1 + TD)^n = 0,5$

una mudanza. Como vemos en la Figura, en la Argentina del año 2019, el costo total de la energía, de una vivienda de unos 65 m², reducidos a valores presentes, es de unos 7000 UDS. La magnitud del ahorro esperado con las medidas de eficiencia discutidas aquí, del orden del 60%, implica un ahorro total de unos 2600 USD. Es interesante notar que la magnitud de los ahorros depende críticamente del valor de las tarifas. Previo a la devaluación del peso ocurridas a partir de abril del 2018, la magnitud de este ahorro era el doble en USD.

Los ahorros generados por la incorporación del equipamiento solar térmico (EB) a un modelo de equipamiento eficiente (EA) no producen un gran impacto económico con lo cual al realizar la comparación económica Inversión versus Repago, ya se prevé una respuesta desfavorable al menos para esta zona del país.

5. Energías renovables en viviendas sociales

Dado que Argentina posee grandes recursos solares en comparación con el promedio mundial, una pregunta muy recurrente es sobre la conveniencia de incluir tecnologías de generación de energía renovables en las viviendas, reduciendo de esta manera los consumos energéticos de red, sus costos y emisiones.

Podemos diferenciar dos tipos principales de generación de energía renovables de potencial uso en una vivienda social:

- ▶ Generación Solar Térmica para el calentamiento de agua sanitaria.

- ▶ Generación Solar Fotovoltaica.

En ambos casos, un diseño correcto de la vivienda (orientación, inclinación y tipo de techo, sombreados) permite reducir los costos de instalación y mejorar los rendimientos económicos de estos equipos.

En cuanto a la posibilidad de usar energía eólica, su eficiencia y efectividad en un contexto urbano la convierten en una opción poco conveniente. Además de las perturbaciones ópticas y sonoras, los vientos se ven muy interferidos por los accidentes urbanos, lo que hace que no tengan la intensidad y persistencia deseable por efecto de una capa límite grande y la rugosidad del terreno. En un campo llano o en las cercanías de grandes cuerpos de agua, la situación es muy diferente y el uso de energía eólica es mucho más viable. A diferencia de los aerogeneradores, los equipos que aprovechan la energía solar térmica y

fotovoltaica no tienen partes móviles, lo que reduce significativamente el desgaste y la tasa de falla y, por consiguiente, los costos de mantenimiento.

5.1. Generación Solar Térmica

Como vimos, el calentamiento de agua sanitaria es el segundo mayor consumo de gas en los hogares argentinos (Iannelli et al., 2017) (33% del consumo residencial y comercial). Esto lo convierte en uno de los principales puntos de interés al momento de estudiar posibles reducciones de consumos.

En el territorio argentino, la radiación solar diaria promedio es de aproximadamente 4 kWh/m². Por lo tanto, con un colector solar de 2m² de una eficiencia transformación de radiación solar en agua caliente del 75%, con la orientación e inclinación adecuada, la energía solar que aporta sería de aproximadamente unos 6 kWh por día, equivalente a 0,55 m³ de gas natural. Esta cantidad de energía podría calentar unos 200 litros/día para cubrir las necesidades de agua caliente sanitaria de una familia de 3 personas.

Dado el carácter intermitente de la energía solar, tanto diario como estacional, los sistemas solares deben contar con un equipo de apoyo convencional, ya sea a gas o eléctrico. A esta combinación se la denomina sistema solar híbrido. El equipo de apoyo puede ser un termotanque, ya sea eléctrico o a gas, o bien un calefón modulante, es decir, un calefón que provee un suministro de potencia variable, dependiendo de la temperatura de ingreso de agua al equipo (Iannelli et al., 2017).

Si los colectores solares se asociaran con sistemas de apoyo eficientes como, por ejemplo, calefones modulantes a gas, sin piloto, clase A, el consumo diario de gas utilizado para el calentamiento de agua de cada usuario pasaría de un consumo promedio actual de 1,15 m³/día a 0,25 m³/día, lo que equivale a un ahorro del 80%. Estos valores son los que utilizamos en la Figura 11 para estimar los ahorros económicos producidos por distintos sistemas de calentamiento de agua sanitaria (Iannelli et al., 2017).

Como mostraba la Figura 11, los costos de los equipos solares híbridos en la actualidad son muy altos respecto de los convencionales. Si se toman equipos de mayor tradición y presencia en el mercado, para un consumo medio de aproximadamente 200 litros/día, el costo de un buen equipo solar térmico

se encuentra en el orden de los 1500 USD (equipo solar con tanque de acumulación e instalación).

5.2. Generación Solar Fotovoltaica

En el año 2018, con la sanción de la Ley N°27424 de generación distribuida, se presentó un cambio en la forma en que entendemos la generación eléctrica y su consumo, posibilitando la aparición en nuestro país de usuarios-generadores (prosumidores). Estos producen energía eléctrica de fuentes renovables para autoconsumo y se les permite inyectar sus excedentes de producción a la red pública, percibiendo un reconocimiento monetario por esa inyección en su factura eléctrica. Si bien la ley establece que la energía inyectada se vende a precio mayorista, mientras que la energía consumida se compra a tarifa minorista, la posibilidad de inyectar excedentes a la red vuelve a la generación solar fotovoltaica una alternativa adicional que debe ser estudiada.

En la región adyacente al GBA, un sistema así podría generar 1600 kWh ($\pm 10\%$) al año. Estos valores deben ser comparados con los potenciales ahorros en eficiencia indicados en la Tabla II, que muestra como los ahorros por eficiencia en artefactos claves son superiores a la generación eléctrica de un panel de este tipo. Más específicamente, un cambio de una heladera antigua, de más de doce años, por una más moderna y eficiente (Etiqueta A o mejor) puede generar un ahorro equivalente a los que genera un panel de este tipo, a un costo mucho menor.

6. Evaluación económica

El objetivo de esta sección es realizar una valorización económica de las distintas alternativas de eficiencia energética e inclusión de energías renovables distribuidas, discutidas en las secciones anteriores, y clasificar estas alternativas, según sus potenciales ahorros de energía y costo de inversión inicial. La intención es determinar cuáles son aquellas medidas de menor costo inicial y mayor impacto futuro en el costo de operación, mantenimiento y facturas de energía. En otras palabras, lo que buscamos es identificar los frutos más bajos de la oferta de eficiencia y sostenibilidad. Para este ejercicio, se supone que los usuarios disponen de gas y electricidad por redes y están en la zona centro-norte de Argentina.

Los tipos de viviendas a considerar son los descritos en la Tabla IA, a los que se incorporaran equipamiento claves en tres niveles de eficiencia:

- ▶ EA (Primer nivel de eficiencia): equipamiento claves eficientes, tanto eléctricos como a gas. Esto es: ACS, heladera e iluminación LED.
- ▶ EB (Segundo nivel de eficiencia): además de equipamiento claves eficientes, se incorpora equipamiento solar térmico (híbrido) para ACS.
- ▶ EC (Tercer nivel de eficiencia): este modelo es igual al anterior, pero se incluye, adicionalmente, generación fotovoltaica extra, con una potencia instalada de 1,16kWp, la cual genera aproximadamente 1600 kWh/año en la región de Buenos Aires.

Estos tres niveles de eficiencia en los equipamientos internos de la vivienda se combinan con los tres modelos constructivos discutidos en la Tabla II, con los que resultan las siguientes ocho combinaciones:

- ▶ BAU: Vivienda convencional con equipamiento tradicional;
- ▶ BAU+EA: Vivienda convencional + Nivel de eficiencia A;
- ▶ BAU+EB: Vivienda convencional + Nivel de eficiencia B;
- ▶ TB1+EA: Vivienda Modelo B1 + Nivel de eficiencia A;
- ▶ TB1+EB: Vivienda Modelo B1 + Nivel de eficiencia B;
- ▶ TB2+EB: Vivienda Modelo B2 + Nivel de eficiencia B;
- ▶ TB2+EB: Vivienda Modelo B2 + Nivel de eficiencia B;
- ▶ TB2+EC: Vivienda Modelo B2 + Nivel de eficiencia C.

En esta sección trataremos de ilustrar el procedimiento seguido para establecer cuál es el modelo de vivienda que, en un periodo de 20 años, minimiza los costos. Se tiene en cuenta el costo inicial de cada vivienda, con su equipamiento según el modelo de eficiencia y la energía consumida por cada una, en 20 años, utilizando una tasa de descuento del 7% anual. En la Figura 16 se observa un ejemplo parcial, donde hemos considerados sólo cinco alternativas de las muchas combinaciones de tipo de vivienda y modelos de equipamiento. En una versión más completa de este estudio, se analizan con detalle todas las alternativas posibles (ver Carrizo et al., 2019). Aquí hemos seleccionado las de menor costo, o sea las más asequibles.

Con los resultados de la Figura 16, tomando como referencia el modelo BAU, calculamos la diferencia de los costos acumulados al cabo de 20 años (barras azules y naranjas) y sustrajimos el costo acumulado del modelo BAU, que por tanto resulta con valor 0. Estas diferencias de costos totales a 20 años son el

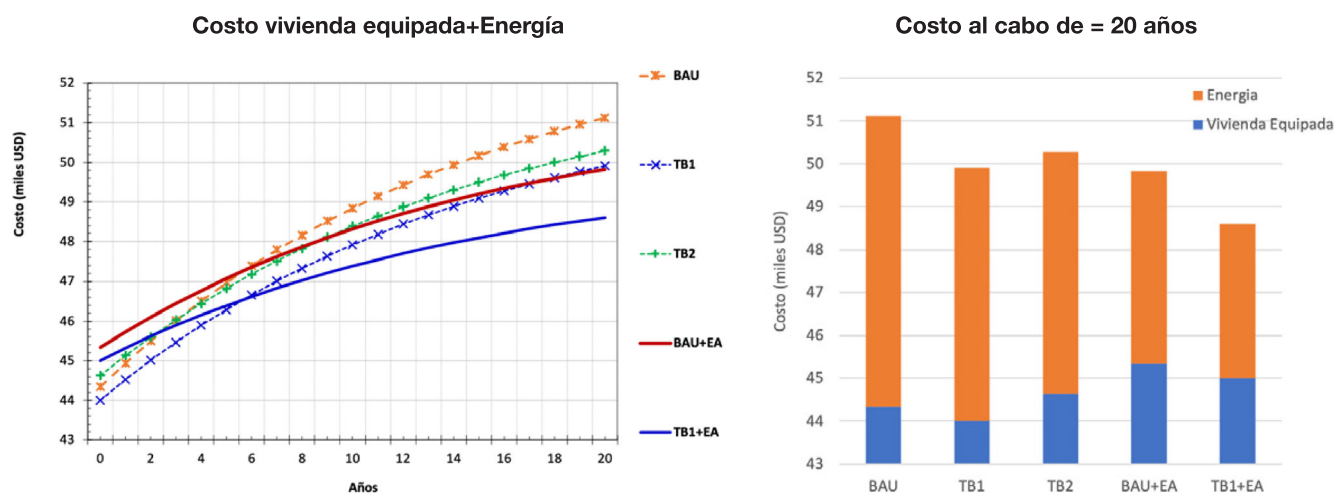


Figura 16. Izquierda, variación de los costos asociados a la energía en una vivienda, ubicada en GBA, para solo 5 casos de los 8 posibles. El valor indicado a $t=0$, es el costo inicial de la vivienda y el equipamiento clave. Derecha, se muestran los costos integrados al cabo de 20 años, para los 5 casos considerados. Los valores son costos en miles de UDS reducidos a valores presentes, usando una tasa de descuento del 7%. La barra azul indica el costo inicial de la vivienda y artefactos claves; la barra naranja, es el costo de la energía en 20 años, reducida a valores presentes. Fuente: elaboración propia.

Valor Actual Neto (VAN a 20 años) del proyecto de mejora de la vivienda. Los valores positivos de VAN son los que tienen la capacidad de generar un beneficio económico. En la Figura 17 se puede observar que todos los modelos de viviendas producen ahorros respecto del modelo tradicional (BAU) al cabo de 20 años.

Se puede observar que la combinación que más beneficia económicamente al usuario es una vivienda BAU, con equipamiento interior eficiente, sin generación renovable. Es de importancia notar que las viviendas A1 y A2, sin modificar los equipos

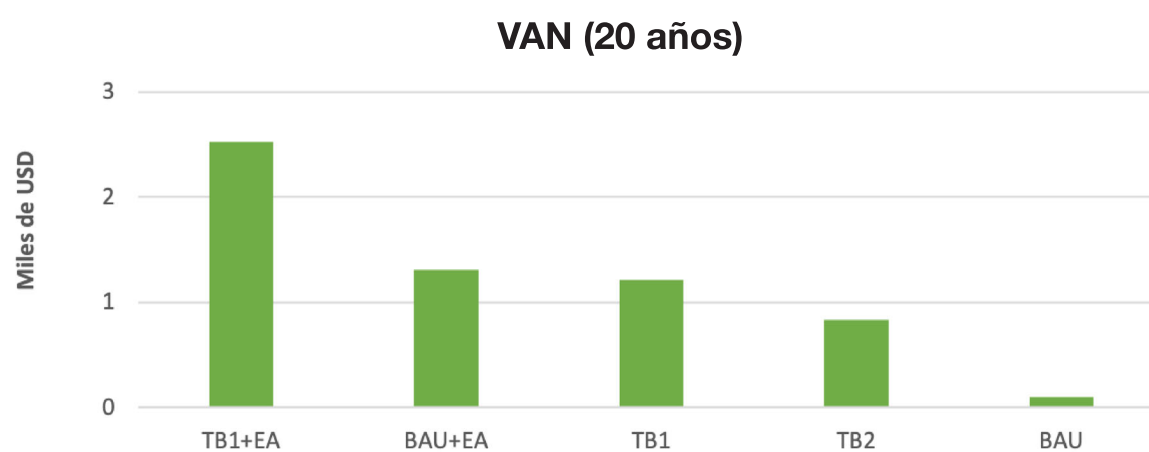


Figura 17. Representación de los Valores Actuales Netos (VAN) en miles de USD al cabo de 20 años, para los modelos analizados en la Figura 16. Aquí se toma como referencia el modelo BAU, que resulta con valor 0. Se puede observar que todas las combinaciones generan ahorros respecto de la vivienda tradicional, en particular la vivienda con característica constructiva B1 (bloques de hormigón celular, sin mejoras en las aberturas.) equipado con un modelo de eficiencia EA (equipamiento eficiente clave sin inclusión de energías renovables). Fuente: elaboración propia.

interiores poseen una rentabilidad económica negativa. Esto implica que la inversión adicional requerida para mejorar la envolvente de la vivienda supera en gran medida los ahorros que la misma produce.

El mismo procedimiento fue seguido con los tipos de vivienda ubicados en la Tabla IA, como puede observarse en la Figura 18.

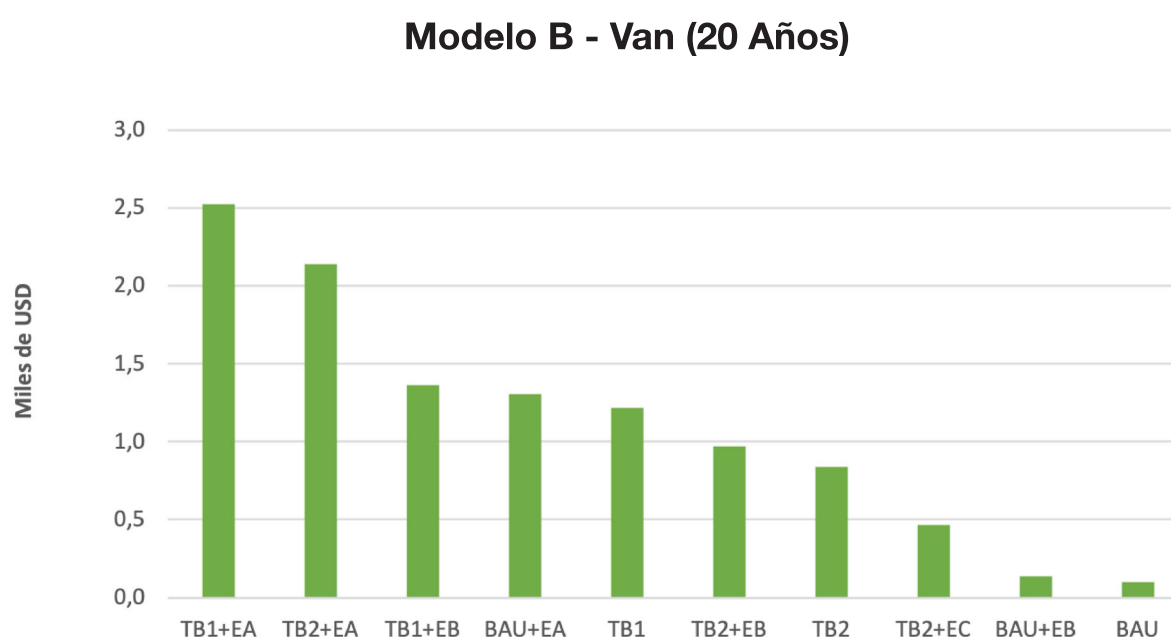


Figura 18. Representación de los Valores Actuales Netos (VAN) en miles de USD al cabo de 20 años, para las distintas combinaciones de viviendas descritas en la Tabla IB (BAU, B1 y B2) con los cuatro modos de equipamiento internos descritos por la Tabla II (Modelo BAU, Efic.A, Efic.B y Efic.C). Fuente: elaboración propia.

Se observa que todas las combinaciones generan un ahorro al usuario de la vivienda, incluidas las medidas que sólo implican una modificación en su envolvente (B1 y B2). Por otro lado, solamente modificando los equipos tradicionales por eficientes se producen los ahorros necesarios como para recuperar la inversión y, además, generar un ahorro económico adicional (BAU y EA).

Estos resultados indican que las viviendas tipo B con mejoras en eficiencia EA o EB son las más convenientes económicamente. Por otra parte, para ambos modelos constructivos la incorporación de generación solar térmica y fotovoltaica produjo una pérdida económica respecto de las viviendas que sólo poseen equipamiento eficiente. Estos resultados se deben principalmente a los bajos costos de los servicios energéticos en la región estudiada, y pueden verse modificados en otro tipo de escenario.

7. Reflexiones finales

El análisis realizado pone en evidencia la importancia y los beneficios de construir viviendas sociales asequibles y sostenibles. Las mismas contribuirían a paliar el déficit habitacional, a la vez que favorecerían la integración social, la sobriedad energética y la calidad de vida. Ello implica a su vez contemplar prácticas adecuadas ambientales, sociales, culturales, económicas e institucionales.

En lo que concierne a las prácticas urbanas y sociales, construir conjuntos de viviendas sociales, de escala media, en espacios intersticiales de la ciudad que propicien la diversidad de funciones, facilitaría también el aprovechamiento de infraestructura, equipamientos y servicios existentes, y promovería la integración social. Así, no solo se mejora la calidad de vida de los beneficiarios de las nuevas viviendas sociales, sino que se pueden revitalizar espacios vacantes, e incluso revalorizar barrios, agregándoles valor a los inmuebles existentes y atractivo al conjunto. La escala media de los conjuntos habitacionales se asociaría a la idea de barrio, que implica un espacio con identidad dada la apropiación del lugar por parte de sus habitantes, con intercambios y reconocimientos sociales a través de actividades diversas. Los intersticios urbanos, muchas veces áreas en desuso de las estructuras viarias y ferroviarias o de la industria, presentan extensiones propicias para este tipo de escalas de intervención, haciendo concurrentes ambas soluciones: intervención en intersticios urbanos y proyectos de escala media.

La sostenibilidad de las viviendas sociales depende también de su buen funcionamiento y correcto mantenimiento, de modo tal que sus beneficios y valor se extiendan en el tiempo. Para ello resulta conveniente promover la capacitación de los vecinos y una forma de organización social que facilite el funcionamiento y buena conservación de los edificios y de su equipamiento. Información provista en centros demostrativos o en manuales didácticos puede favorecer la incorporación de buenas prácticas, pautas de buen uso y mantenimiento. Así, la organización social puede propiciar y abaratar el mantenimiento, incluso con creación de empleo y otras relaciones cooperativas entre vecinos.

Una vivienda social sostenible implica un diseño adecuado que brinde confort, a la vez que minimice los consumos de calefacción en invierno y pueda reducir las cargas térmicas del

sol en verano. Para que las inversiones en mejoras de la envolvente de una vivienda se amorticen en tiempos razonables (por ejemplo 20 años), el incremento de estos costos respecto a una vivienda social convencional (modelos BAU) no debe exceder el 4% del costo de la misma.

La eficiencia en el equipamiento de la vivienda juega un rol muy importante en los consumos de energía de las familias, en particular los asociados a los servicios energéticos claves: calefacción, ACS, heladera, iluminación LED, etc. Incluso con tarifas eléctricas relativamente bajas, la inversión en estos equipos claves genera beneficios económicos tanto para el usuario de la vivienda como a la comunidad en su conjunto. Al reducir los consumos, se mejora la seguridad en el abastecimiento de energía y se permiten inversiones en transporte y distribución de energía, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

El aprovechamiento de energía solar térmica o el uso de termotanques con bombas de calor tienen potencialidad, especialmente donde no hay acceso al gas natural por redes. En las zonas donde sí existe gas distribuido por redes, los equipos de calentamiento solares o termotanques que operan con bomba de calor no se llegan a amortizar en tiempos razonables, es decir, tiempos comparables con su vida útil, del orden de quince años. En estos lugares, la utilización de calefones convencionales eficientes, etiqueta A, es una opción conveniente. En las localidades donde no hay acceso al gas natural (noreste o regiones alejados de las redes), donde las tarifas de gas son elevadas o donde la radiación es significativa (noroeste), los ahorros económicos producidos por tecnología solar térmica pueden aumentar considerablemente.

En relación con la generación solar fotovoltaica, debido a las relativamente bajas tarifas eléctricas y los altos costos de los equipos, las pequeñas instalaciones unifamiliares no serían económicamente rentables en este momento. Sin embargo, debido al factor de escala o con diversos fomentos regionales, las instalaciones fotovoltaicas comunitarias podrían ser ventajosas, especialmente en sitios alejados de las redes o donde hay buena radiación solar. Además, este tipo de instalación permite un mantenimiento mejor y con menos incidencia en los presupuestos de las familias.

De esta forma, el trabajo mostró que resultaría posible la construcción de viviendas sociales asequibles y sostenibles. Esto sería conveniente, tanto desde el punto de vista económico,

como ambiental y social, ya que además de reducir los consumos energéticos, costos y emisiones de gases de efecto de invernadero, mejoraría la calidad de vida y favorecería la integración social.

Referencias bibliográficas

- AZQUETA, PABLO (2017). Manual Práctico del Aislamiento Térmico en la Construcción (2da ed.). Buenos Aires, Asociación Argentina del Poliestireno Expandido.
- AZQUETA, PABLO (2018). Una mirada al aislamiento térmico y la eficiencia energética. Buenos Aires, Hojitas IEDS, CNEA.
- AZQUETA, PABLO (2019). La inercia térmica y el aislamiento en la construcción de edificios eficientes. *En Prensa*.
- BASUINO, MARTA; CÁCERES, SABRINA; GURRIA, LAURA Y VIDAL, DANIEL (2000). Evaluación de proyectos de viviendas de interés social. Rosario, UNR Editora.
- CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN (2015). Estimación de la evolución del déficit habitacional en la Argentina. Área de Pensamiento Estratégico. Buenos Aires, Cámara Argentina de la Construcción. Recuperado de: <http://biblioteca.camarco.org.ar/libro/estimacion-de-la-evolucion-del-deficit-habitacional-en-la-argentina/>
- CARRIZO, SILVINA; MARTÍN, LUCIANA Y GIL, SALVADOR (2019). Vivienda social sostenible y ciudad inclusive. Buenos Aires, Cámara Argentina de la Construcción.
- CZAJKOWSKY, JORGE D.; GIL, SALVADOR Y STRIER, DAMIÁN (2017). Construcción Sustentable. Eficiencia energética en la construcción: oportunidades para incrementar el confort del hábitat, ahorrar energía y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Buenos Aires, Cámara Argentina de la Construcción.
- DIULIO, MARÍA; BERARDI, ROBERTO; REUS NETTO, GABRIELA Y CZAJKOWSKY, JORGE D. (2016). Impacto de la envolvente en la demanda de energía en calefacción residencial de la región metropolitana de La Plata, tomando como caso testigo el reciclado energético de una Vivienda. *Ambiente Construido*, 16(1), 55-70.
- GASTIARENA, MAYLEN; FAZZINI, ANALÍA; PRIETO, RODRIGO Y GIL, SALVADOR (2017). Gas versus electricidad: uso de la energía en el sector residencial. *Prototecnia*, 56, 50-60.
- GIL, SALVADOR Y PRIETO, ROBERTO (2013). ¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas. *Petrotecnia*, 54(6), 81-92.
- GONZÁLEZ ROMERO, DANIEL; OLIVARES GONZÁLEZ, ADRIANA Y PÉREZ BOURZAC, MARÍA T. (2001). El barrio tradicional: sus procesos de identidad en la ciudad moderna. *Urbano*, 4(4), 78-80.

- HAËNTJENS, JEAN (2012). *La ville frugale. Un modèle pour préparer l'après pétrole*. Limoges, FYP Editions.
- HARVEY, DANNY (2010). *Energy and the New Reality 1: Energy Efficiency and the Demand for Energy Services*. Londres, Earthscan.
- IANNELLI, LAILA; PRIETO, ROBERTO Y GIL, SALVADOR (2016). Eficiencia en el calentamiento de agua. Consumos pasivos en sistemas convencionales y solares híbridos. *Petrotecnia*, 55(3), 586-595.
- IANNELLI, LAILA; PRIETO, ROBERTO Y GIL, SALVADOR (2017). Eficiencia en el calentamiento de agua caliente sanitaria en argentina. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 39, 21-29.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INDEC) (2018). Indicadores de condiciones de vida de los hogares en 31 aglomerados urbanos. *Informes Técnicos*, 2(208). Buenos Aires, INDEC.
- MARTÍN, LUCIANA (2017). Sustentabilidad en la expansión de las ciudades. El barrio Las tardes en la localidad de Roldán, Provincia de Santa Fe. Trabajo de Especialización. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de la Plata. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/64184>
- MAZRIA, EDWARD (1979). *The Passive Solar Energy Book: A complete guide to passive solar home, greenhouse and building design*. Pensilvania, Rodale Press.
- PRIETO, ROBERTO Y GIL, SALVADOR (2014). Regulación del termostato: un modo simple y racional de ahorrar energía en calefacción y refrigeración. *Petrotecnia*, 55(5), 102-104.
- RUEDA, SALVADOR (2002). *Modelos de ordenación de territorios más sostenibles*. Barcelona, UPM. ETSAM.
- SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN (2019). *Guía de buenas prácticas para un uso responsable de la energía*. Recuperado de: <https://www.educ.ar/recursos/132534/guia-de-buenas-practicas-para-el-uso-responsable-de-la-energ>
- SECRETARÍA DE VIVIENDA (2019). *Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social. Marco para la promoción de viviendas inclusivas, asequibles y sostenibles*. Revisión 2019. Buenos Aires, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Presidencia de la Nación.
- TELLA, GUILLERMO Y POTOCKO, ALEJANDRA (2019). *Guía para la provisión de vivienda social. Lineamientos, estrategias e*

- instrumentos de gestión. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Cámara Argentina de la Construcción, FODECO.
- UN-HABITAT (s.f.). *Global network for sustainable housing*. Recuperado de: <https://unhabitat.org/network/global-network-for-sustainable-housing>
- VOLANTINO, VICENTE; BILBAO, PAULA; AZQUETA, PABLO; BITTNER, P.U.; ENGLEBERT, ALBERTO; SCHOPFLOCHER, E. (2010). Ahorro energético en el consumo de gas residencial mediante aislamiento térmico en la construcción. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 11, 123-130.
- WALLBAUM, HOLGER; OSRERMAYER, YORK; SALZER, CORINNA Y ZEA SCAMILLA, E. (2012). Indicator based sustainability assessment tool for affordable housing construction technologies. *Ecological Indicators*, 18, 353-364.
- WILLIAMSON, JAMES Y ALDRICH, ROBB (2015). *Field Performance of Inverter-Driven Heat Pumps in Cold Climates*. The National Renewable Energy Laboratory. Springfield, U.S. Department of Energy.