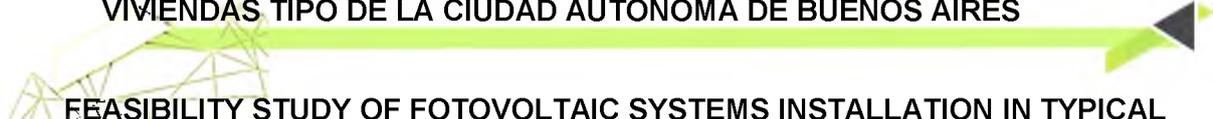


ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE INSTALACION DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN VIVIENDAS TIPO DE LA CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES



FEASIBILITY STUDY OF FOTOVOLTAIC SYSTEMS INSTALLATION IN TYPICAL HOUSES OF CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES

Claudia Pilar, Luis Vera, Cintia Martínez, Andrés Poladian.

Facultad de Ingeniería y Facultad de Arquitectura, UNNE.

**Facultad de Ingeniería y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE.*

CIE - Facultad de Ciencias Económicas UBA. Argentina.

claudiapilar2014@gmail.com; luis.horacio.vera@comunidad.unne.edu.ar;
cintiamartinezfed@gmail.com; andrespoladian@gmail.com

RESUMEN

Dentro de las energías renovables, la solar fotovoltaica conectada a red, es una de las que posee mayores posibilidades de integración al ámbito urbano, que es donde se genera la mayor demanda eléctrica.

En el presente artículo se evalúan las posibilidades técnicas de incorporar un sistema fotovoltaico conectado a red (SFCCR) en un edificio existente de carácter residencial de la ciudad de Autónoma de Buenos Aires (CABA), considerando opciones de potencia y orientación para la alimentación de las áreas comunes.

De acuerdo al análisis realizado sería factible alimentar espacios comunes del edificio en condiciones de autoabastecimiento. Desde un punto de vista técnico resulta necesaria la evaluación de la inclinación y las orientaciones más favorables y el análisis de sombra para optimizar el funcionamiento del sistema. Si bien por el momento la inversión inicial resulta un factor negativo, los costos son cada vez más competitivos, de forma incipiente surgen líneas de crédito y se avizora un cambio cultural con mayor compromiso ambiental, por lo que se considera factible que en un futuro cercano se implementen este tipo de sistemas.

ABSTRACT

Amongst renewable energies, photovoltaic solar energy connected to the grid is of the ones that has major possibilities of integration to urban environment, where most of electrical demand is generated. In this article, we evaluate the technical possibilities of incorporating an on-grid connected photovoltaic system in an standard residential building of the City of Buenos Aires, for serving the common areas of it, considering options of power and orientation.

According to our analysis, it would be feasible to feed common spaces of the building. From a technical point of view, it is necessary to evaluate: inclination, the more favorable orientations, and to perform shadow analysis in order to optimize the operation of the system. While the initial investment is a negative factor by now, costs are getting more and more competitive, as much as incipient lines of credit emerge and a cultural change is foreseen, with greater environmental commitment. Because of all those, we consider that in the near future this type of systems are likely to be implemented.

PALABRAS CLAVES: Energías renovables. Generación Distribuida. Energía solar

KEY WORDS: Energías renovables. Generación Distribuida. Energía solar

Artículo RECIBIDO: 30/04/19 | **Artículo ACEPTADO:** 18/06/19

INTRODUCCIÓN

A partir de la crisis del petróleo de 1973, la energía se convirtió en una preocupación generalizada a nivel mundial, por la toma de conciencia del agotamiento de los recursos energéticos tradicionales, principalmente de origen fósil y sus efectos ambientales. Este escenario global precipitó la necesidad de cambiar el paradigma energético hacia una matriz diversificada, con participación creciente de las energías renovables. A su vez, existe una nueva tendencia hacia la generación descentralizada de la energía, conocida como Generación Distribuida (GD), a fin de acercar la producción al consumo y disminuir las pérdidas por transmisión.

El Desarrollo Sustentable ha sido definido por el Informe Brundtland (Naciones Unidas, 1987) como aquel que resuelve las necesidades presentes sin comprometer las capacidades de futuras generaciones para cubrir sus necesidades. Se basa en un principio tridimensional de equilibrio entre el sistema ecológico, económico y social. Los tres sistemas proveen la ayuda mutua en el proceso de desarrollo de la distribución racional de los recursos.

Las energías renovables son un componente fundamental del desarrollo sustentable. Un mayor aprovechamiento de este tipo de energías significa una modificación en los paradigmas actuales de consumo, pudiendo derivar en un proceso de “democratización” del acceso a la energía, que daría paso a una nueva etapa, caracterizada por romper con la dependencia y falta de autonomía en el establecimiento de los precios energéticos y transformaría radicalmente la forma en la cual se concibe la generación, uso y consumo de energía (Naciones Unidas, 1987).

MARCO NORMATIVO

El 30 de noviembre de 2017 se aprobó la Ley N° 27.424, Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública, que entró en vigencia por decreto 1075/2017.

El primer artículo de la ley describe su objeto: “Fijar las políticas y establecer las condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución, para su autoconsumo, con eventual inyección de excedentes a la red, y establecer la obligación de los prestadores del servicio público de distribución de facilitar dicha inyección, asegurando el libre acceso a la red de distribución, sin perjuicio de las facultades propias de las provincias”.

Las políticas de incentivos para que los usuarios instalen equipamientos que permitan producir electricidad serán implementadas a través del Fondo para la Generación Distribuida de Energías Renovables (FODIS) que podrá proveer recursos y otorgar préstamos, subsidios o bonificaciones, así como fijar incentivos a la inyección o bonificaciones para la adquisición de sistemas de generación, o incluso financiar la difusión, investigación y desarrollo relacionadas a las posibles aplicaciones de este tipo de tecnologías.

La ley también contempla la creación de un fondo para el fomento de la industria nacional asociada (FANSIGED), cuyas actividades previstas son la investigación, diseño, desarrollo, inversión en bienes de capital, producción, certificación y servicios de instalación para la generación distribuida de energía a partir de fuentes renovables.

En su artículo 2° declara de interés nacional la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables con destino al autoconsumo y a la inyección de eventuales excedentes de energía eléctrica a la red de distribución, todo ello bajo las pautas técnicas que fije la reglamentación en línea con la planificación eléctrica federal, considerando como objetivos la eficiencia energética, la reducción de pérdidas en el sistema interconectado, la potencial reducción de costos para el sistema eléctrico en su conjunto, la protección ambiental prevista en el artículo 41° de la Constitución Nacional y la protección de los derechos de los usuarios en cuanto a la equidad, no discriminación y libre acceso en los servicios e instalaciones de transporte y distribución de electricidad.

En noviembre de 2018 a través del decreto N° 986 se aprobó la reglamentación de la ley señalando que el cálculo de compensación estará a cargo del distribuidor bajo el modelo de balance neto de facturación.

Por Resolución N° 314/18 de la Secretaría de Energía (20 de diciembre de 2018) se aprueba la norma de implementación de la Ley 27.424, su modificatoria y el decreto 986. Se establecen definiciones y una clasificación de 3 tipos de usuarios generadores: pequeños (hasta 3 kW), medianos (desde 3 y hasta 300 kW) y grandes (más de 300 kW) (S.E., 2018).

GENERACIÓN Y CONSUMO ELÉCTRICO

De acuerdo al informe de CAMMESA (2019) para el mes de abril 2019 la matriz energética Argentina se basa preponderantemente en la energía térmica convencional (casi un 60%) y la hidráulica de grandes proyectos (aproximadamente el 30%). El aporte de la energía nuclear alcanza el 6,6% cubriéndose el resto con energía solar y eólica (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de aporte tipos de energía en la matriz nacional año 2019.

Tipo de energía	GWh	%
Térmica	88.838	59,9
Hidráulica	41.280	28,0
Nuclear	5.716	6,6
Eólico + solar	632	5,5
Total	137.200	100,00

Fuente: Elaboración propia en base a CAMMESA, 2019.

La generación de energía en cada región es desigual. En la tabla 2 se aprecia que la Patagonia es líder en energía eólica, Cuyo en solar, y Comahue en hidráulica. La zona pampeana (CABA, GBA y litoral) no produce actualmente energía renovable, excepto por una pequeña proporción de energía hidráulica.

Tabla 2. Potencia instalada en MW por tipo y región.

Región	Térmica	Hidráulica	Nuclear	Eólica	Solar	Totales	
Cuyo	624	1.129			8	1.761	4,9%
Comahue	2.005	4.769				6.773	18,8%
Noa	2.780	218		58		3.057	8,5%
Centro	1.509	918	648			3.075	8,6%
GBA-Lit-BAS	14.929	945	1.107			16.981	47,2%
Nea	336	2.745				3.081	8,6%
Patagonia	535	519		168		1.222	3,4%
Totales	22.718	11.243	1.755	227		35.950	

Fuente: Elaboración propia en base a CAMMESA, 2018.

La necesidad de incrementar el aporte de las energías renovables se justifica por una parte por el declive de las actuales reservas fósiles, pero principalmente por la necesidad de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

El consumo residencial es el de mayor peso, en el año 2017, representó el 42% del total. En la Tabla 3 puede observarse el consumo anual por tipo de usuario en la Argentina expresado en GWh y en el caso del año 2017, los porcentajes de consumo por tipo de usuario.

Tabla 3. Consumo Anual en Argentina por tipo de Usuario

GWh	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	%
Residencial	42.881	44.879	47.722	50.381	51.444	55.424	57.067	55.889	42,2
Consumo intermedio	33.755	35.655	37.696	36.453	35.995	37.351	38.541	38.291	28,9
Gran demanda	34.140	35.973	35.809	38.405	39.028	39.334	37.503	38.255	28,9
TOTAL	110.776	116.507	121.227	125.239	126.467	132.109	133.111	132.435	100

Fuente: CAMMESA, 2018

De acuerdo al análisis realizado se observa que el marco normativo nacional permite la generación distribuida, que la matriz energética nacional se basa preponderantemente en la energía convencional y que el principal consumo eléctrico lo representa el sector residencial.

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica reconoce en el país dos situaciones distintas. Por un lado existe cierta capacidad y experiencia en sistemas autónomos, situación que contrasta con la aplicación casi nula de los sistemas conectados a red.

En cuanto los **Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (SFA)** la Argentina cuenta con una población rural con gran dispersión de los pobladores y un alto porcentaje sin acceso a la energía eléctrica convencional esto resulta una condición propicia para el uso de sistemas individuales de generación eléctrica utilizando tecnología fotovoltaica. Esto propició la implementación de políticas de subsidios y programas, principalmente direccionada al abastecimiento de energía eléctrica en zonas rurales, de electrificación rural mediante SFA. Siendo la actividad que se ha desarrollado con más intensidad en los últimos años. Programas que se han visto beneficiados por la importante disminución de precios de los sistemas y políticas de inclusión social.

La considerable experiencia de la población rural argentina en el uso de la energía FV contrasta con la prácticamente nula de la población urbana, por ello el ciudadano promedio no ha tomado conciencia real de sus características, capacidades, ventajas y desventajas.

Con respecto a los **Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red (SFCR)** no han tenido aun un desarrollo acorde con sus potencialidades, a pesar de que resulta propicio para usarse en áreas urbanas, donde vive el 92% de la población argentina (Banco Mundial, 2018), se produce la mayor demanda y se exigen las infraestructuras existentes. En general la población urbana no tiene una conciencia profunda de la importancia de la energía, asumiendo un rol pasivo que solo se ve alterado frente a aumentos en las tarifas o cortes del servicio por exceso de consumo o desperfectos técnicos. Internacionalmente se conocen Sistemas On Grid.

Los SFCR están destinados a reducir la factura de electricidad. Resultan adecuados para contextos urbanos, donde se cuenta con una red existente.

Se alimentan los consumos eléctricos únicamente durante los horarios diurnos (de radiación solar) y el excedente es inyectado a la red eléctrica. Durante la noche, la energía eléctrica es tomada de la red. Existen dos tipos, con respaldo de baterías y sin ella.

Las fortalezas de los SFCR (sin respaldo de baterías) son:

- Menor costo inicial.
- No requiere baterías.
- Usa una infraestructura existente y no requiere espacio adicional dado que se instalan en edificios construidos o a construir.
- Baja los picos de consumo a nivel urbano en horarios de irradiación.

Al mismo tiempo poseen ciertas debilidades como ser:

- Salen de servicio en caso de corte de suministro eléctrico.

- Posibles fluctuaciones de voltaje que podrían afectar a los consumidores vecinos.
- Resulta necesaria la adquisición de datos de consumo más complejos de consumo para la facturación.
- Solo disminuye la demanda en la infraestructura en horarios diurnos, siendo un pico importante en la vivienda el consumo nocturno, sobre todo en lo que respecta a climatización mecánica en verano, por lo que el “dimensionamiento” de la infraestructura no sufre modificaciones sustanciales.

CABA COMO CASO DE ESTUDIO

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires es la más poblada del país con un total de 2.890.151 habitantes al año 2010, con una variación intercensal del 4,1% (INDEC, 2010). Junto a la conurbación del “Gran Buenos Aires” es la tercera ciudad más habitada de Latinoamérica.

La población se asienta en una superficie de 203 km² dando por resultado una alta densidad poblacional. Por ello el tipo de vivienda más frecuente son los edificios residenciales en altura.

En la tabla 4 se observa que el 72,83% de las viviendas de CABA son departamentos (788.791 viviendas tipo departamento a 2010), por lo que representa la tipología residencial más extendida.

Tabla 4. Tipo de vivienda de CABA.

	Total	Casa	Ran-cho	Casilla	Departa-mento	Pieza en inquilinato	Pieza en hotel o pensión	Local no construido para habitación	Vivienda móvil
Viviendas	1.082.998	252.771	565	1.884	788.791	19.571	17.082	2.237	97
Porcentaje	100,00%	23,34%	0,05%	0,17%	72,83%	1,81%	1,58%	0,21%	0,01%

Fuente: Elaboración propia en base INDEC, 2010.

Sus coordenadas geográficas son 34°35'59"S y 58°22'55"O y en la clasificación de bioambiental de la norma IRAM 11.603, se ubica en la Zona III, “Templado Cálida”, en la subzona IIIa, que presenta amplitudes térmicas mayores que 14 °C.

Posee una irradiación solar anual que podría considerarse media en relación a las que se presentan en el territorio nacional (ver figura 1 izquierda). Por su grado de urbanización resulta poco factible la implementación de proyectos de generación de energía renovable a gran escala, por lo que la Generación Distribuida aparece como la opción más viable.

SFCR EN AMBIENTES URBANOS

En el corto y mediano plazo, las aplicaciones que se prevén para la tecnología fotovoltaica de GD en Argentina están relacionadas con los desarrollos urbanos y periurbanos en las zonas donde la capacidad de la infraestructura eléctrica existente está cercana al pico de la demanda. En este caso, los SFCR son una solución técnicamente posible (APrA, 2014).

Los ambientes urbanos presentan oportunidades y amenazas para la incorporación de SFCR.

Entre las oportunidades puede citarse:

- Economía de escala.
- Mayores posibilidades de desarrollo del mercado, acceso a insumos, existencia y capacitación de mano de obra, etc.
- Cuenta con red existente y el autoabastecimiento podría disminuir la presión sobre la misma retrasando la necesidad de ampliación y mantenimiento.
- Baja los picos de consumo a nivel urbano en horarios de irradiación.

- Los módulos fotovoltaicos integrados a las edificaciones ocupan una estructura existente y no necesita espacio adicional.
- La electricidad se genera directamente donde se consume, evitando pérdidas por distribución.
- La utilización de sistemas fotovoltaicos estimula el concepto de uso racional de la energía, tanto en el sector residencial como en el comercio y los servicios.
- Los módulos fotovoltaicos son una expresión arquitectónica de innovación y de alta tecnología.

Entre las amenazas se reconoce:

- Acción negativa de las sombras del propio edificio (tanques, chimeneas, antenas) y de las construcciones vecinas. Dependiendo de la altura también puede ser negativas las sombras de la forestación y de infraestructura como postes.
- Dificultad para lograr las orientaciones ideales por la disposición de la trama urbana. Para el hemisferio sur, la óptima es la norte, seguida de noroeste, noreste; otras orientaciones son factibles pero se va reduciendo el rendimiento.
- En muchos casos las superficies disponibles (por ejemplo terrazas) son escasas.
- Distancia a tableros (cuanto más cerca mejor), que en edificios en altura (tipología más frecuente) representa una dificultad.
- Distorsión en los costos de la energía. El subsidio de la electricidad convencional, no hace competitiva económicamente la energía solar.
- Dificultades para lograr la inclinación óptima de los módulos FV (para CABA entre 25 y 35°) porque no siempre son compatibles con la envolvente de los edificios. Es factible usar otros ángulos (fachadas por ejemplo) pero se reduce notablemente el rendimiento.

La incorporación de SFCR aporta a una "sustentabilidad visual" de los edificios generando un efecto educativo y demostrativo, que son dimensiones que pueden resultar incluso más relevantes que el aporte energético.

Estos impactos positivos pueden analizarse desde distintas escalas superpuestas y simultáneas:

- Del usuario individual y colectivo (consorcio), a partir de la interacción directa con la energía fotovoltaica, transformándose en prosumidor/es.
- Del ciudadano que en ámbitos urbanos ve o visita edificios que poseen energía solar y reflexiona sobre la cuestión energética y sus implicancias ambientales.
- De la ciudad o país en su conjunto, que adquiere visibilidad por este tipo de intervenciones innovadoras en base a principios de sustentabilidad.

SIMULACIÓN DE UN SFCR EN UN EDIFICIO TIPO EN CABA

Como se mencionó anteriormente CABA es la ciudad con más población de la Argentina y por su alta densidad los departamentos son la tipología residencial por excelencia.

Por ello se selecciona como caso para el estudio de una hipotética implementación de SFCR un edificio residencial en altura ubicado en CABA.

Se gestionaron los planos de un edificio, se digitalizaron y a través del programa Sketch Up (de descarga gratuita) se realizó un modelo en tres dimensiones, con un entorno urbano de aproximadamente 200 metros a fin de considerar el efecto de la sombra.

En la figura 1 a la izquierda se señala la ubicación de CABA en el mapa de la Argentina señalada mediante un círculo rojo y a la derecha se muestra el sector urbano considerado (Caballito) y con un círculo rojo señalando el área en donde se ubica el edificio en estudio.

En la figura 2 se muestra el modelo en tres dimensiones con el contexto inmediato de estudio.

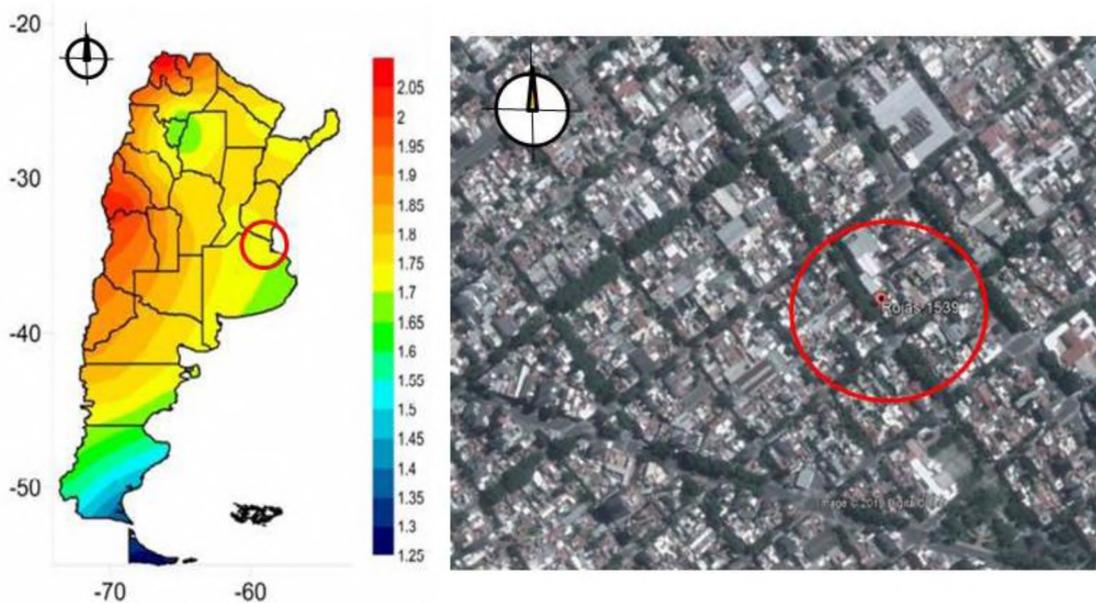


Figura 1: izquierda: Carta de irradiación solar anual para planos inclinados ángulo óptimo de la Argentina y ubicación de CABA; derecha: sector urbano de análisis. Fuente: izquierda Righini & Grossi Gallegos (2011) y derecha Google Earth, intervenido gráficamente por los autores.



Figura 2: Modelo en 3D del edificio en su contexto inmediato. Fuente: elaboración propia.

A través de la factura de electricidad de los espacios comunes del edificio se obtuvo ese consumo típico que es de 6.042 kWh/año.

En base al análisis de las orientaciones favorables y las superficies disponibles, se elige la posibilidad de ubicar el arreglo fotovoltaico en la terraza de la contra fachada del edificio, porque en la terraza del frente el tanque de agua arroja sombras perjudiciales.

Este sector de la terraza tiene una superficie útil total de 39 m². En la figura 3, se resalta en amarillo la superficie considerada como de mayor potencialidad para la instalación de un SFV, se señala el norte geográfico y las orientaciones más factibles de implementar que son la Noreste y Noroeste.

Teniendo en cuenta la latitud de CABA (34°35' S) se aplica la fórmula de inclinación óptima que es $(0,69 \times \text{latitud } 34^{\circ}35') + 3,7 = 27,40^{\circ}$. Se adopta una inclinación de 28° para el arreglo fotovoltaico.

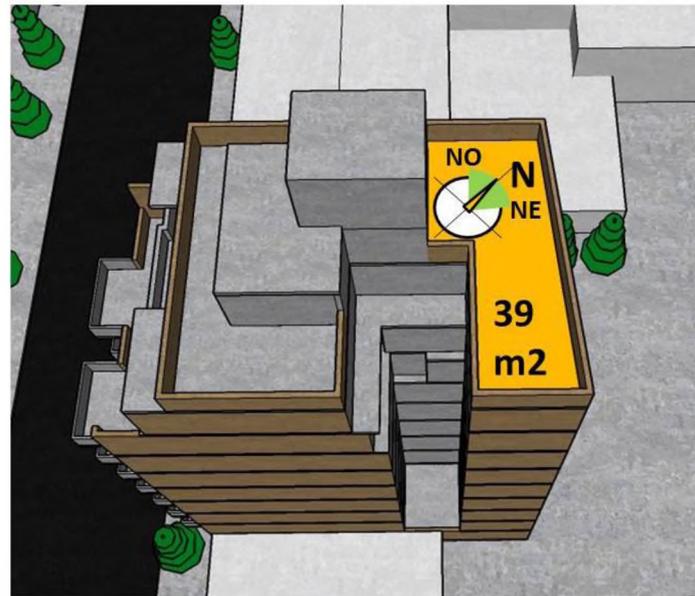


Figura 3: imagen de la terraza del edificio en donde se señala el norte y la superficie útil. Fuente: elaboración propia.

Para este análisis hipotético se propone utilizar el espacio de la terraza con un pergolado para generar un espacio semicubierto. Se analizan tres variantes de arreglos fotovoltaicos para su simulación (ver figura 4). En todos los casos los módulos son de silicio policristalino de 260 W.

En a) se propone un arreglo de 8 módulos fotovoltaicos orientado al Noreste; en b) un arreglo de 8 módulos fotovoltaicos orientados al Noroeste y en c) un arreglo de 12 módulos orientados al Noreste.

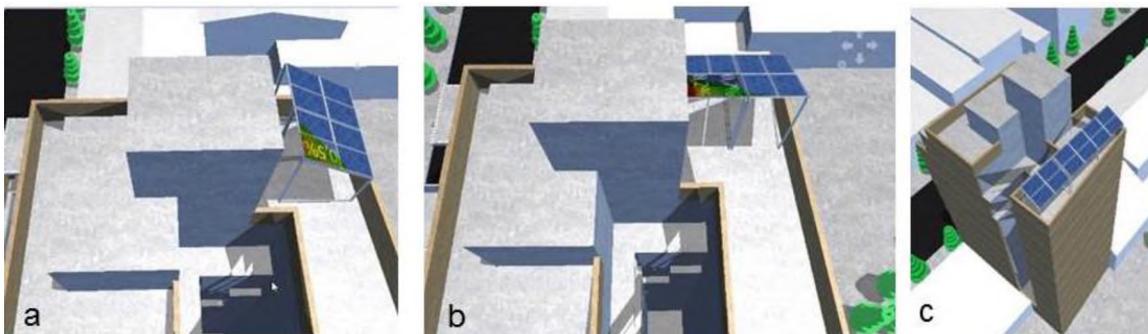


Figura 4: Propuestas de arreglos FV simulados. Fuente: elaboración propia.

A través del programa PV*SOL 2019 se realizó la simulación cuyos principales resultados se transcriben en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados de la simulación de los distintos arreglos fotovoltaicos.

	a. 2 kWp (NE)	b. 2 kWp (NO)	c. 3 kWp (NE)
Descripción del arreglo FV	8 módulos de 260 W	8 módulos de 260 W	12 módulos de 260 W
Superficie (m2)	13,4	13,4	20
Potencia generador FV (kWp)	2,1	2,1	3,1
Generación FV (kWh/año)	2.890	2.909	4.399
Emisiones de CO ₂ evitadas (kg / año)	1.734	1.746	2.639
Generación solar /consumo (%)	48	48	73

Fuente: elaboración propia, en base al Software PVSOL Premium 2019.

Los sistemas de 2 kWp tendrían un costo aproximado de U\$S 2.800 y el de 3 kWp de U\$S 3.400. Considerando la realidad de los consorcios de los edificios de CABA resulta poco probable que los vecinos acuerden realizar una inversión de tal envergadura, considerando que aun en la actualidad la energía se encuentra subsidiada en aproximadamente un 50% por el estado, lo cual genera una fuerte distorsión en los precios de la energía.

Sin embargo de forma incipiente se implementan líneas de financiamiento, se disminuye paulatinamente los costos de los sistemas fotovoltaicos y la energía convencional se encuentra en un proceso de sinceramiento paulatino con la baja de los subsidios.

Además se consolida un mayor compromiso ambiental de los ciudadanos que se inclinan paulatinamente por opciones más sustentables.

En este escenario los altos costos económicos de los SFCR se relativizan en un proceso sostenido de posicionamiento de las energías renovables en el país, siguiendo de forma un tanto retrasada la tendencia internacional.

4. CONCLUSIONES

La sanción de la ley N° 27.424 y su reglamentación por Decreto N° 986 posibilita la GD de energía bajo el régimen de balance neto de facturación. La GD resulta un cambio de paradigma en la forma de concebir la energía, posibilitando que las ciudades sean una potencial usina de generación fotovoltaica, con oportunidades (economía de escala, mayor posibilidad del mercado, red existen, utilización de un espacio ya antropizado y efecto demostrativo) y también amenazas (presencia de sombras, orientaciones no siempre favorables, espacios acotados en los edificios, etc.).

A través del análisis de un caso de edificio residencial en altura se verificó las posibilidades de autoabastecer las áreas comunes. De acuerdo a la realidad de los consorcios de los edificios de CABA resulta poco probable que los vecinos acuerden realizar una inversión inicial tan onerosa, sobre todo considerando la situación actual en la que la energía convencional sigue siendo subvencionada.

En contrapartida es necesario señalar que paulatinamente los costos de la energía FV disminuyen y aumenta el de la energía convencional, por lo que se avecina un escenario de paridad energética.

Las ciudades son el escenario en los que la sustentabilidad ambiental se encuentra más comprometida. Una forma de paliar esta situación es a través de la generación fotovoltaica de carácter distribuida que es limpia y sin emisión de gases de efecto invernadero. La dimensión de análisis ambiental resulta el aspecto medular en la implementación de SFCR, trascendiendo lo estrictamente económico y energético y favoreciendo el compromiso ambiental de la sociedad a través de un efecto demostrativo en los vecinos, los ciudadanos y los sectores de decisión. De esta manera es factible que las ciudades retomen el vínculo perdido con la fuente inagotable de energía sobre la tierra: el Sol.

5. BIBLIOGRAFÍA

- APrA (2014). Seminario intervenciones urbanas con energía solar fotovoltaica. Manual. Agencia de Protección Ambiental, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.
- CAMMESA (2018). Informe Anual 2017. Buenos Aires.
- CAMMESA (2019). Informe Parcial 2018. Buenos Aires.
- CEPAL (2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. LC, G.2681, Rev.2. Enero 2018. Santiago de Chile.
- Comisión Nacional de Energía Atómica (2018). Síntesis del mercado eléctrico mayorista de la República Argentina, Octubre 2018. <http://datos.minem.gob.ar/dataset/sintesis-del-mercado-electrico-mayorista>
- Grunau, B. (2008). Solar Energy Feasibility Study for a typical On-Grid Residence in Fairbanks. Cold climate housingresearch center. AK, USA. <http://www.cchrc.org/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Disponible en www.indec.gob.ar.
- IRAM 11603. (2011). Acondicionamiento Térmico de Edificios: Clasificación Bioclimática de la República Argentina. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- IRENA (2018). Renewable Power Generation Cost in 2017. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Ley N° 27.424 (2017).
- Naciones Unidas (1987). Nuestro futuro común. (Informe Bruntland).
- Pirez, P. (2000). Relaciones de poder y modelos de gestión: la energía eléctrica en la ciudad de Buenos Aires, 1900-1960. Desarrollo Económico Vol. 40, No. 157. Buenos Aires.
- Salasovich, J. and Mosey, G. (2011). Feasibility Study of Economics and Performance of Solar Photovoltaics at the Refuse Hideaway Landfill in Middleton, Wisconsin. National Renewable Energy Laboratory, technical report 6A20-49846. Golden, Colorado, USA.
- Sanabria Orozco, A. (2016). Análisis costo-beneficio de la implementación de tecnologías de energía con paneles solares en la ESE Hospital San Cristóbal. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. <https://repository.unimilitar.edu.co/>
- Secretaría de Energía de la Nación, S.E. (2018). Resolución 314. Buenos Aires: Secretaría de Energía de la Nación.
- Villalonga, J. C. (2013). Energías renovables: ¿por qué debería ser prioritario cumplir el objetivo del 8% al 2016? Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación AVINA Argentina.
- World Bank (2018). www.datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS