

Deliverable 15b – Final proposal for the implementation of the selected measures including benchmarks.

Consultores: Diego Padilla, María Teresa Jeffrey

Agosto 2021

Índice

Actividades realizadas por los consultores	4
Introducción	4
Metodología de trabajo	7
Contexto social, económico y ambiental	9
Situación de la producción de alimentos	10
Situación energética	12
Actores y estrategia de comunicación	15
Experiencias internacionales de implementación de AFV	18
Potencial de implementación masiva de AFV en el AMBA	19
Escenario 2030	19
Anexo	24
Idea de proyecto: Proyecto Piloto Agro Fotovoltaico AMBA	24
Ciclo de vida del Proyecto Piloto AFV	25
Fase conceptual	26
Fase de desarrollo	26
Implementación	27
Operación y Mantenimiento (O&M)	27
Financiamiento	29
Resumen de Idea de Proyecto	32
Acrónimos	34

Índice de figuras y tablas

Figura 1. Situación de productores urbanos y periurbanos del AMBA.	11
Figura 2. Distribución de la demanda energética de la Argentina	13
Figura 3. Esquema unifilar geográfico	14
Figura 4. Mapa de actores para el proyecto piloto agro-fotovoltaico en AMBA	16
Figura 5. Escenario de demanda energética a 2030.	20
Figura 6. Superficie con EAPs de AMBA	21
Figura 7. Escenario a 2030 de adopción de AFV en AMBA	22
Figura 8. Escenario cobertura 10% demanda GBA, Superficie de EAPS necesarias para AFV	23
Figura 9. Estación Experimental INTA AMBA, Posible ubicación Proyecto Piloto AFV	24
Figura 10. Ciclo de vida del Proyecto Piloto AFV.	25
Tabla 1. Montos requeridos y mecanismos financieros.	28
Tabla 2. Detalle CAPEX	29
Tabla 3. Análisis de las posibles fuentes de financiamiento	29

Actividades realizadas por los consultores

Las tareas llevadas a cabo para la elaboración del presente reporte fueron realizadas de manera coordinada y compartida entre los consultores Diego Padilla y María Teresa Jeffrey con la colaboración del equipo técnico de DTU y de la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC). A continuación, se detallan las actividades llevadas a cabo por cada consultor.

Diego Padilla

(Short-term consultancy on Disruptive Technologies and Disruptive Behaviors (DTDB) and Climate Change within the Initiative for Climate Action Transparency (ICAT) Argentina Project – National Consultant #2)

- Participación en entrevistas con actores y en el Seminario Internacional de Agro Fotovoltaica.
- Análisis del contexto relacionado con el energético.
- Desarrollo de la Idea de Proyecto.
- Asistencia en la redacción del reporte y revisión.

María Teresa Jeffrey

(Short-term consultancy on Disruptive Technologies and Disruptive Behaviors (DTDB) and Climate Change within the Initiative for Climate Action Transparency (ICAT) Argentina Project – National Consultant #4)

- Participación en entrevistas con actores y en el Seminario Internacional de Agro Fotovoltaica.
- Análisis del contexto relacionado con el sector agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra.
- Desarrollo de la Idea de Proyecto.
- Redacción del reporte.

Introducción

El componente 2 del Proyecto *Initiative for Climate Action Transparency (ICAT) Argentina* tiene como objetivo evaluar posibles medidas de mitigación y adaptación que involucran Tecnologías Disruptivas (TD) y Comportamientos Disruptivos (CD) que pudieran de ser incorporadas en el mediano/largo plazo por la Argentina en el contexto de su estrategia de desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero a largo plazo (LTS), aplicando las “Metodologías de Cambio Transformacional y Desarrollo de Sostenibilidad” de ICAT. El resultado 2.5 de este componente corresponde a la identificación de oportunidades internacionales para financiar un proyecto piloto de implementación de una medida de mitigación o adaptación en la Argentina, que involucre TD o CD previamente estudiadas en el marco de este componente, que ha sido abordado en el entregable 15a. El resultado 2.5.2, incluye al análisis

previo la organización de datos para la preparación de una idea de proyecto para obtener financiamiento internacional para una innovación específica en la Argentina, siguiendo consejos de la contraparte nacional en términos de la selección de las fuentes financieras elegidas.

El presente reporte, “Final proposal for the implementation of the selected measures including benchmarks”, es el entregable N°15b del Proyecto ICAT Argentina y consiste en la propuesta de implementación de las innovaciones seleccionadas en el entregable anterior, en una idea de proyecto. Respecto a la nomenclatura utilizada para el presente informe, las TD y CD serán referidas en adelante como innovaciones disruptivas. Según fue discutido con el equipo de DTU y teniendo en cuenta el documento “*Working Paper ICAT Argentina - Disruptive Innovation*”, el término “cambios de hábitos disruptivos” no es utilizado en la literatura especializada con el significado que se aborda para el presente trabajo. Por lo cual, se decidió cambiar el término a “innovaciones disruptivas” el cual abarca tanto a las tecnologías como a los cambios de comportamiento.

En el trabajo “*Finance Guide for Implementation of Technology Action Plans*” de UNEP DTU Partnership (2020)¹ se detallan los pasos a seguir para generar “Evaluaciones de Necesidades Tecnológicas” (*Technology Needs Assessments*), que fueron enfatizadas en el Acuerdo de París y desempeñan un papel central en el Marco Tecnológico de la Convención Marco. Tienen la función de dar soporte a los países en desarrollo para la propuesta de Planes de Acción en Tecnologías (*Technology Action Plans*), a ser financiados por entidades internacionales. Basándonos en esa guía elaboramos este documento en el cual se realizó parte de la fase conceptual del desarrollo del proyecto, en la cual se relevó contexto socio económico, ambiental y regulatorio, y se generó una Idea de Proyecto en tecnologías Agro-fotovoltaicas, para evaluar la aplicabilidad de la misma en la Argentina.

Para identificar y priorizar la tecnología más adecuada para el contexto nacional, se analizaron las innovaciones de la lista corta elaborada en el entregable 11b, según criterios establecidos en conjunto con la contraparte nacional. Se evaluó si tienen alguna vinculación con el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (PNAyMCC 2019) presentado en noviembre de 2019 y con la Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional (2NDC) presentada en diciembre de 2020. A su vez, se consideró cualitativamente el impacto de las innovaciones en términos de emisiones y absorciones de GEI, el posible traslado de las emisiones de un sector al otro, y la dificultad para impulsar el proyecto ya sea por el avance tecnológico existente o el contexto coyuntural que podría llegar a ralentizar el avance del proyecto.

De las innovaciones de la lista corta del entregable 11b, fue seleccionada la de Agro-Fotovoltaica (AFV). Como continuación del entregable 15a, en el cual se plantea como fue esta selección, en este entregable se profundizó el análisis de su aplicabilidad en la Argentina, se identificaron actores, se desarrolló la idea de proyecto incluyendo los pasos a seguir requeridos para lograr la realización de un proyecto piloto de AFV. Se considera que el desarrollo de este proyecto Piloto presenta grandes probabilidades de implementación ya que se trata de un proyecto que combina diversas innovaciones de interés nacional, y para el cual existen múltiples actores potencialmente interesados, generando una sinergia positiva en comparación con un abordaje individual de cada innovación.

¹ UNEP DTU Partnership. 2020. Finance Guide for Implementation of Technology Action Plans

Se han evaluado en entregables anteriores (12a, 12b, 13a, 13b) mediante las metodologías ICAT de “Cambio Transformacional y Desarrollo de Sostenibilidad” (2020), el potencial de distintas innovaciones de generar un cambio transformador en el largo plazo, y un desarrollo sustentable, integrando las medidas con los ODS. Se evaluaron innovaciones y medidas de los sectores de Energía y AGSOUT correspondientes al 53% y 37% de las emisiones totales de GEI según del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de 2016 del país. Si bien la innovación de AFV no se evaluó mediante las metodologías de ICAT, fueron evaluadas por separado la medida de agroecología, generación de energía a partir de Fuentes Renovables No Convencionales (FRNC) conectadas a la red, las cuales se vinculan con las características del proyecto AFV.

Como resultados de la evaluación de innovaciones mediante las metodologías ICAT de “Cambio Transformacional y Desarrollo de Sostenibilidad” (2020) para innovación de agroecología, se espera que sea posible el proceso de la transformación, con marcada relevancia para que suceda en el accionar de los agentes del cambio - por ejemplo, los productores-, en la existencia de los incentivos, y en el impulso de la investigación y desarrollo, y asistencia técnica en la temática. A su vez, la extensión de los resultados, tanto en términos de impacto en los gases de efecto invernadero como en los ODS (detallados en entregable 14), podría comenzar a observarse con mayor relevancia en el mediano y largo plazo. Cabe destacar el impacto positivo en los productores y pobladores rurales, ya que un menor uso de agroquímicos de origen industrial generaría menor cantidad de residuos dañinos para el ambiente, una menor exposición de los pobladores - principalmente en el caso de aplicaciones llevadas a cabo por medios aéreos-, y una reducción de los costos de producción. A su vez, la diversificación de la producción podría brindar canales alternativos de comercialización.

La generación de energía a partir de FRNC conectadas a la red es una medida de mitigación que representa una probabilidad de generar un cambio transformacional posible y se espera una importante extensión de la transformación. Tiene implicancias significativas en la reducción de emisiones de GEI jugando rol relevante para la implementación del PNAyMCC 2019. Adicionalmente, es una medida que tiene impactos positivos en algunos ODS, en particular resulta interesante destacar que colabora en el desarrollo de una transición justa aportando nuevas fuentes de empleo ODS 8 “Trabajo Decente y Crecimiento económico” lo que permitiría mitigar las amenazas que se presentan sobre ciertas economías regionales especialmente aquellas dependientes del sector de hidrocarburos, que se verán afectadas a raíz del aumento de los compromisos climáticos internacionales. A su vez, esta medida presenta impactos positivos en el ODS 4 “Educación de calidad” y también en el 7 “Energía Asequible y no contaminante”.

La continuidad en el progreso de esta medida, actualizando las políticas que sean necesarias para evitar que pierda la inercia que alcanzó, es un desafío muy grande para el país, pero que al mismo tiempo representa una herramienta potente y una gran oportunidad para contribuir en el cumplimiento los objetivos climáticos y de desarrollo sustentable establecidos. Con estos resultados del análisis de las innovaciones, se espera que la innovación de AFV, también tenga potencial para generar un cambio transformacional en largo plazo y contribuya a lograr el desarrollo sustentable.

Los montos estimados de inversión necesarios para la implementación de un proyecto piloto de AFV, son de escala pequeña/media lo que aumenta el número de ventanillas de financiamiento climático a las que se podría aplicar. De la misma manera, al abordar diversas temáticas relevantes en la agenda

climática, también se aumenta dicho número de ventanillas. El proyecto piloto de AFV buscará tener una bajada territorial que permita abordar diferentes problemáticas actuales, estudiando posibles soluciones teniendo en cuenta la necesidad de realizar una transición en la matriz energética y considerando las restricciones a la capacidad de transporte del sistema eléctrico y en el sistema de producción de alimentos para poder cumplir con los objetivos del Acuerdo de París y los ODS.

Metodología de trabajo

Para la elaboración del presente informe con de la Idea de Proyecto Piloto AFV se tomó como base el entregable 15a, en el cual se combinaron tres innovaciones:

- Agro-fotovoltaica
- Sistemas de producción de alimentos urbanos y periurbanos
- Agroecología

Los detalles de cada una de estas innovaciones de manera individual se pueden encontrar en el entregable 15a, así como la forma en que pueden quedar interrelacionadas en un mismo proyecto. Las instalaciones agro-fotovoltaicas aplicadas en territorios urbanos y periurbanos permitirían autogenerar alimentos y energía de manera sostenible para satisfacer parte de las grandes demandas locales en los conglomerados urbanos, disminuyendo así la presión sobre las infraestructuras de transporte de energía y alimentos, y aumentando la resiliencia y autonomía de dichos conglomerados. En el anexo, se encuentra la Idea de Proyecto desarrollada de manera independiente para que pueda ser presentada ante diferentes actores incluyendo las fuentes potenciales de financiamiento.

En el presente informe se define el contexto, parámetros, detalles y la cobertura geográfica de la Idea de Proyecto Piloto AFV propuesta. Se identificaron los actores relevantes que podrían estar involucrados directa e indirectamente en la implementación del proyecto piloto, abarcando entidades gubernamentales, nacionales y subnacionales, el sector académico, privado y de la sociedad civil. Se identifican las barreras y pasos a seguir para poder llevar a cabo un estudio de factibilidad a realizarse previo a la implementación.

Para conocer en profundidad el contexto en el que se enmarcaría el proyecto, y las características se realizaron reuniones con algunos de los actores que consideramos clave para llevar a cabo el proyecto:

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria del Área Metropolitana de Buenos Aires (en adelante INTA AMBA): Gustavo Lattanzio, Bereterbide Jacqueline.
- DNCC: Macarena Moreira.
- Gerente administrativo financiero y laboral de la Usina Cooperativa Tandil - Coordinador en el FREBA² (Foro Regional Eléctrico Buenos Aires) a través de APEBA³ (Asociación de Prestadores Eléctricos de la Provincia de Buenos Aires)⁴Mario Cabitto.

² Disponible en: <https://www.freba.org.ar/>

³ Disponible en: [APEBA](#)

⁴ Disponible en: [Usina Popular y Municipal de Tandil S.E.M. \(usinatandil.com.ar\)](http://usinatandil.com.ar)

Para conocer más aspectos del contexto regional e internacional se participó en el Seminario Internacional de Agricultura Fotovoltaica, organizado por la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile⁵, en el cual expusieron las distintas experiencias de agricultura fotovoltaica, en distintas partes del mundo. En detalle se expusieron los resultados observados en rendimientos tanto de los cultivos, como energéticos, también se mostraron diferentes estructuras de paneles solares, desde paneles translúcidos hasta paneles móviles que buscan la perpendicularidad con los rayos incidentes para aumentar rendimientos energéticos. El evento fue parte del proyecto “Energía agro-fotovoltaica, ahorrar agua produciendo energía” del Fondo de Innovación para la Competitividad de la Región de Coquimbo.

La agricultura fotovoltaica, es un modelo productivo que propone el establecimiento de paneles solares sobre los cultivos, y de esta manera generar alimentos y energía en un mismo predio. Esta tecnología tiene el potencial de combatir el conflicto del uso del territorio en regiones densamente pobladas. Ante la necesidad de la descarbonización del sector energético, puede aprovecharse el uso combinado de la tierra para producción de energía y alimentos. Con un diseño técnico bien configurado del tipo de cultivo y paneles solares, pueden utilizarse los paneles para cumplir funciones que beneficien a los cultivos. Experiencias piloto en Chile, Francia y Alemania, han demostrado que es posible hacer un uso dual del suelo, lo que permite conjugar eficiencia hídrica y eficiencia energética de manera sustentable, aumentando la competitividad de los agricultores. El modelo agro-fotovoltaico es novedoso y trae aparejada incertidumbre además de oportunidades y desafíos. Por este motivo son necesarios proyectos piloto que aborden esta tecnología para conocer la adaptación a los distintos climas y cultivos, y de esta manera lograr su desarrollo y validación.⁶

El **objetivo del proyecto piloto** es estudiar la compatibilidad de la generación de energía fotovoltaica y la producción de alimentos agroecológicos para aumentar la resiliencia y disminuir las emisiones de GEI de las producciones y del sistema energético en áreas urbanas y periurbanas. El proyecto piloto propuesto, consiste en la instalación de un parque fotovoltaico de escala pequeña (0,2 a 1 MWp) en una superficie en la que ya se esté llevando a cabo una producción de alimentos en un terreno urbano o periurbano, procurando un diseño que minimice el impacto en el terreno productivo de manera tal que los rendimientos de ambas actividades en dicho espacio (producción de energía y de alimentos) sea mayor que si se hicieran de manera separada. Se busca entonces, lograr un uso eficiente de la tierra, con generación de mayor valor agregado combinando la venta de energía a la red con venta de alimentos y fomentando las prácticas agroecológicas.

⁵ Disponible en: https://fb.watch/60J3JFD_vN/

⁶ Fuente: [Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition \(fraunhofer.de\)](#)

Agropecuarias, EAPs)¹². En este contexto se realiza la Agricultura Urbana y Periurbana, se entiende como producción agropecuaria, procesamiento y comercialización que aporta productos frescos en áreas urbanas¹³.

Tal como se detalla en el Entregable 15a, existe en la actualidad un marco regulatorio que contempla las dos actividades por separado (generación de energía renovable y producción agroecológica de alimentos). Sin embargo, el marco regulatorio actual no contempla de manera específica este tipo de proyectos en los que se busca combinar las dos actividades económicas en un mismo emplazamiento, por lo que visualizarlos desde la perspectiva de mercado, resulta un gran desafío¹⁴.

Situación de la producción de alimentos

La Agricultura Urbana y Periurbana (en adelante AUPU), contribuye al desarrollo sustentable de las ciudades, promueve la autoproducción de alimentos, la seguridad y soberanía alimentaria, a la generación de empleo en actividades agrícolas y derivados, y al mantenimiento de espacios verdes en el territorio (Creación EEA AMBA). La AUPU, está constituida mayormente por la Agricultura Familiar, que se entiende como un tipo de producción en la cual la unidad doméstica y la unidad productiva están físicamente integradas en el mismo terreno. Siendo la actividad agrícola la principal ocupación y fuente de ingresos del grupo familiar¹⁵. Por otro lado, tiene el potencial de vincularse con la agroecología, ya que dadas los impactos ambientales y sociales de la aplicación de agroquímicos en áreas urbanas y las regulaciones en el uso de estos, surge la necesidad de acudir a alternativas para evitar los impactos negativos. Por este motivo nos encontramos en un contexto propicio para la promoción de la agroecología que además contribuye a la salud pública, la calidad y acceso a los alimentos y el bienestar poblacional¹⁶.

Desde el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) del Área Metropolitana de Buenos Aires, se está trabajando en la Agricultura Urbana y Periurbana (AUPU), y cuentan con una Red de Agroecología (REDAE)¹⁷. Trabajan con productores y con Unidades Demostrativas que son estaciones

¹² Barsky, A. (2005). El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. Scripta Nova, revista electrónica de geografía y ciencias sociales, IX(194), 10-36. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/>

¹³ Feito C. (2018). Problemas y Desafíos del Conurbano de Buenos Aires. Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía disponible en <http://revistaest.wix.com/revistaestcig>; CONICET Digital Nro.f27c429e-9dbe-468c-aa27-8affbb6ff412 A.pdf

¹⁴ Jager, M. (2019). Gobernabilidad, percepción, control y efectos del uso de agroquímicos en la Región Metropolitana de Buenos Aires. Capítulo VI: Aportes de la Agroecología para Evitar el Uso de Agroquímicos (Zulmalave Rey, B.). Disponible en : Runcob primera.indd (researchgate.net)

¹⁵ Fuente: Feito C. (2018). Problemas y Desafíos del Conurbano de Buenos Aires. Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía disponible en <http://revistaest.wix.com/revistaestcig>; CONICET Digital Nro.f27c429e-9dbe-468c-aa27-8affbb6ff412 A.pdf

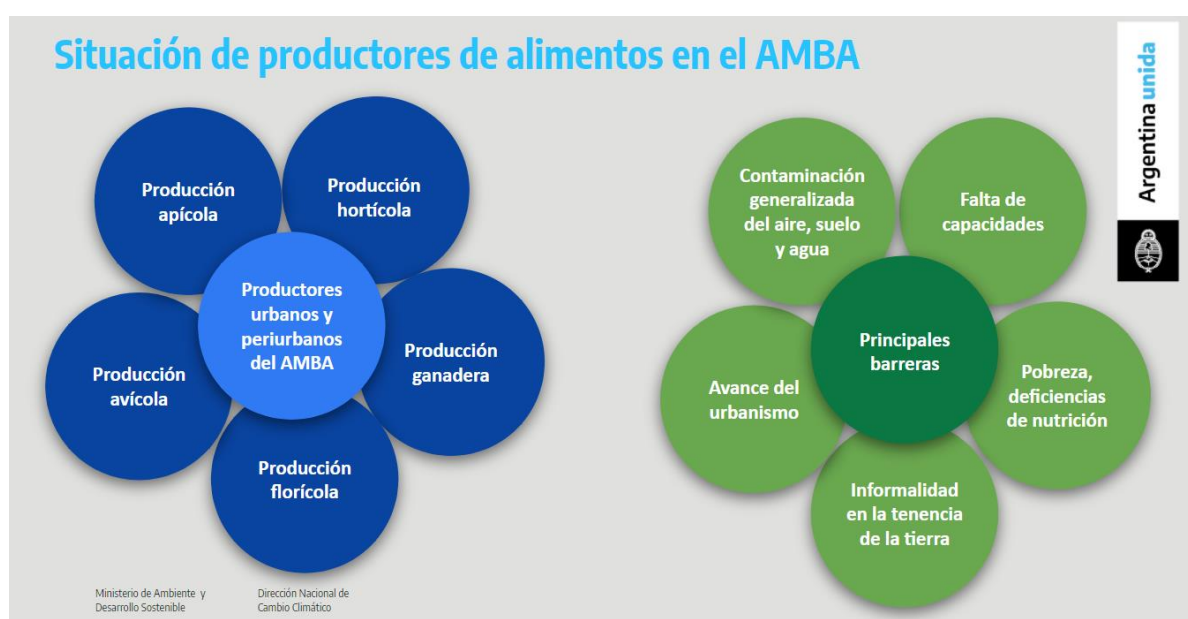
¹⁶ Fuente: Jager, M. (2019). Gobernabilidad, percepción, control y efectos del uso de agroquímicos en la Región Metropolitana de Buenos Aires. Capítulo VI: Aportes de la Agroecología para Evitar el Uso de Agroquímicos (Zulmalave Rey, B.).

¹⁷ Fuente: [RED DE AGROECOLOGIA | Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria \(inta.gob.ar\)](http://reddeagroecologia.inta.gob.ar)

experimentales en las cuales investigan y reúnen el conocimiento generado en los territorios y fomentan la investigación en esta disciplina que se encuentra en constante crecimiento (Jager, 2016).

La Estación Experimental Agropecuaria del AMBA (en adelante EEA AMBA), puesta en marcha en 2010, se orienta exclusivamente a las problemáticas de la AUPU, mediante la innovación tecnológica y organizacional, la creación e incorporación de tecnologías, y desarrollo de capacidades¹⁸. Enfocados en el desarrollo territorial, buscan enfatizar la articulación entre los diversos actores del territorio, coordinando proyectos y acciones conjuntas. Se enfocan también en la agroecología, en la producción de alimentos saludables, en el aumento de la biodiversidad y en la sustentabilidad de las prácticas productivas. Los objetivos implican un cambio de paradigma, y tienen potencial de lograr un cambio transformacional, en la AUPU del AMBA. En base al libro “Creación de la Estación Experimental INTA AMBA”, publicado en 2012 por el INTA, se presentan las principales actividades agrícolas del AMBA, y barreras del contexto (Figura 1).

Figura 1. Situación de productores urbanos y periurbanos del AMBA.



Fuente: Elaboración propia con datos de INTA, 2012¹⁹.

Como puede observarse en la figura, las actividades productivas son diversas, y por ende tienen distintas características y necesidades. Las barreras mencionadas, son comunes para todo el territorio, y creemos que aplicando a gran escala las innovaciones planteadas, se podrían revertir en parte estas problemáticas. Se espera reducir la contaminación proveniente de los residuos generados por agricultura tradicional, al realizar la transición a la agroecología, a su vez habría mejor acceso a alimentos saludables a precios justos. Por otro lado, la actividad agrícola es la principal fuente de ingresos de las familias productoras del AMBA, y muchas veces es escaso, por este motivo resulta

¹⁸ Fuente: INTA (2012) Agricultura Urbana y Periurbana en el Área Metropolitana de Buenos Aires Creación de la Estación Experimental Agropecuaria AMBA. Disponible en: script-tmp-creacin_eea_amba.pdf (inta.gob.ar)

¹⁹ Fuente: INTA (2012) Agricultura Urbana y Periurbana en el Área Metropolitana de Buenos Aires Creación de la Estación Experimental Agropecuaria AMBA. Disponible en: script-tmp-creacin_eea_amba.pdf (inta.gob.ar)

interesante incorporar en el mismo terreno, producción de energía fotovoltaica, para permitir diversificar y mejorar la economía de las familias. Respecto al avance del urbanismo y la informalidad en la tenencia de la tierra, se espera que los proyectos concretos permitan formalizar el uso del territorio, y consecuentemente frenar el avance urbanístico sobre los terrenos ocupados de manera informal para la agricultura. Para generar las capacidades necesarias para llevar a cabo este tipo de proyectos es imprescindible vincularlo con entidades de la academia e investigación a la par de generar cursos de capacitación.

Es de nuestro interés presentar esta propuesta de proyecto piloto con expectativa de que el INTA AMBA pueda tomarlo dada la amplia experiencia en el territorio y en agricultura urbana, periurbana y agroecológica, en línea con la propuesta de la idea de proyecto piloto. El INTA cuenta con Estaciones Experimentales Agropecuarias (EEA), donde se realizan capacitaciones e investigación agrícola, por lo que, para un proyecto piloto, sería ideal que sea llevado a cabo por esta institución, dedicada puntualmente a los de las innovaciones planteadas en el proyecto, que podrían vincularse con las iniciativas del Instituto Fraunhofer o Gersolar, para que se encarguen de lograr los objetivos de la parte energética. De esta manera se podría estudiar la manera más eficiente de generar energía y alimentos combinados.

La Idea de Proyecto resulta concordante con distintas políticas que están siendo aplicadas a nivel nacional y subnacional. Si bien no existe un marco normativo para proyectos AFV, si existen para el fomento de la agroecología, se alinean con el programa Pro- Huerta (INTA), el plan Casa Común (MAyDS), el Programa de Promoción de la Agroecología del Ministerio de Desarrollo Agrario de Provincia de Buenos Aires, y la resolución 177/2020²⁰ de “Programa de fomento de unidades de producción y distribución agroecológicas” de la Autoridad de Cuenca La Matanza Riachuelo (ACUMAR).

Situación energética

En el 2020 Argentina abasteció un 10%²¹ de su demanda eléctrica con fuentes renovables y tal como está establecido en la Ley N° 27.191, dicho valor debe duplicarse para alcanzar el 20% en el año 2025. Adicionalmente, de acuerdo con el documento de escenarios energéticos 2030 publicado por la Subsecretaría de Planeamiento Energético donde se modelan escenarios energéticos se prevé que el porcentaje de cobertura de la demanda eléctrica con energías renovables será del 25% para el año 2030²². Por último, más recientemente, en la Segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional de la República Argentina se asumió el compromiso de presentar una estrategia de desarrollo con bajas emisiones a largo plazo, con el objetivo de alcanzar un desarrollo neutral en carbono en el año 2050²³, lo que implica ir en una dirección que permita tender al 100% de energía renovable en el cubrimiento de la demanda eléctrica del país.

²⁰ InfoLeg - Información Legislativa. Resolución 177/2020

²¹ Fuente: <https://cammesaweb.cammesa.com/erenovables/>

²² Fuente:

http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/planeamiento/escenarios/2019_12_05_escenarios_energeticos_2030_sin_nom.pdf

²³ Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/segunda_contribucion_nacional_final_ok.pdf

De esta manera, este fuerte incremento previsto en la participación de las energías renovables en la matriz energética presenta enormes desafíos a ser superados en diversas dimensiones (técnicas, económicas, políticas, sociales, etc.). Uno de estos grandes desafíos es la existencia de restricciones técnicas en la infraestructura que conforma el Sistema Argentino de Interconexión (SADI), en particular la capacidad de las redes eléctricas de transportar energía desde los sitios de generación hacia los sitios de consumo especialmente en los conglomerados urbanos. En este sentido, cabe destacar el caso de GBA en el que se concentra gran parte de la demanda eléctrica nacional representando un 37,7% del total.

Figura 2. Distribución de la demanda energética de la Argentina

Principales Variables MEM	Unidades	ENE-DIC 2019	% PARTICIPACIÓN
DEMANDA TOTAL	GWh	128,905	100.0%
GRAN BS.AS.	GWh	48,553	37.7%
LITORAL	GWh	15,638	12.1%
BUENOS AIRES	GWh	14,903	11.6%
CENTRO	GWh	11,240	8.7%
NOROESTE	GWh	10,206	7.9%
NORESTE	GWh	9,294	7.2%
CUYO	GWh	8,050	6.2%
PATAGONICA	GWh	6,078	4.7%
COMAHUE	GWh	4,943	3.8%



Fuente: CAMMESA, 2019²⁴

El emplazamiento de la generación renovable dentro de las áreas geográficas de consumo se presenta entonces, como uno de los mecanismos a implementar para aliviar la carga sobre las líneas de transporte. Este camino fue de alguna manera abordado a nivel nacional, por un lado, con el programa RenovAr MiniRen Ronda 3 (2018), orientado a la instalación de proyectos de energía renovable de potencia pequeña/media (hasta 10 MW) conectados en las redes de media tensión y por otro, en una escala aún más pequeña con la ley de generación distribuida (Ley N° 27.424) promoviendo la generación renovable distribuida para autoconsumo con posibilidad de inyectar excedentes a la red.

A nivel provincial, la provincia de Buenos Aires a través del Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida (PROINGED) promovió la instalación de pequeñas plantas fotovoltaicas (<1 MW) conectadas a los sistemas de distribución en áreas de concesión de cooperativas eléctricas en el interior de la provincia.

²⁴ Fuente:

<https://portalweb.cammesa.com/MEMNet1/Documentos%20compartidos/Informe%20Anual%202019%20v%20larga%206Jun.pdf>

- *Pass-through* obligatorio del costo de los contratos de compra de energía o *Power Purchase Agreement (PPA)* a los usuarios finales
- Fondo fiduciario específico del sector para proveer garantías de pago de los PPA y otorgar financiamiento a los proyectos
- Importantes incentivos fiscales para los productores independientes de energía y para la cadena de valor de producción local

Mercado a Término de Energías Renovables (MATER) (Res MEyM 281-E-2017)

La resolución 281 del 2017 tiene entre sus objetivos regular los contratos del Mercado a Término (MATER) y la autogeneración de energía eléctrica de fuente renovable y administrar las prioridades de despacho en función de las capacidades existentes de la red eléctrica para evitar la congestión de proyectos renovables. A partir de esta resolución, se habilita un nuevo esquema de contratos privados de Energía de Fuentes Renovables, definiendo así un nuevo marco para el desarrollo de generación privada.

Ley Nacional de generación Distribuida (Ley N° 27.424)

Es una ley de adhesión que requiere la adhesión de cada provincia (o jurisdicción) para ser operativa. Establece el marco regulatorio para que todos los usuarios conectados a la red eléctrica puedan generar energía para su autoconsumo previendo que el excedente de energía generada pueda ser inyectada a la red, recibiendo una compensación por ello. Los Usuarios-Generadores (UG) podrán, asimismo, acceder a una serie de beneficios promocionales.

La potencia máxima que un usuario puede conectar es aquella que tiene contratada con el distribuidor, salvo en los casos en que el ente regulador jurisdiccional autorice expresamente un valor mayor, siendo el límite máximo para generación distribuida de 2 MW. Para el caso de instalaciones solares

Marco Regulatorio Eléctrico Provincia de Buenos Aires

Ley 14.838

La ley 14.838/2016, es una ley provincial de adhesión a la Ley Nacional de EERR y establece beneficios impositivos provinciales adicionales, entre los que se encuentran:

- Exención impuesto de sellos por 15 años
- Exención impuesto IB por 15 años
- Exención impuesto inmobiliario por 15 años
- Estabilidad fiscal por 15 años

En base al marco legal descrito, la instalación de proyectos Agro-fotovoltaicos en GBA con potencias en el rango de de 0,1 a 10 MW para venta de energía quedaría en una zona indefinida.

Actores y estrategia de comunicación

A continuación, se listan algunos actores identificados que se estima que podrían tener interés e influencia para llevar a cabo el proyecto piloto de AFV, junto con los acrónimos, y los enlaces de acceso a sus sitios web, en caso de que corresponda. Los mismos se presentan también en la Figura 4, donde

los colores utilizados los clasifican en: instituciones públicas nacionales, instituciones públicas provinciales, instituciones académicas de ciencia y técnica, organismos privados, organismos de cooperación internacional y cooperativas y asociaciones civiles.

Figura 4. Mapa de actores para el proyecto piloto agro-fotovoltaico en AMBA



Fuente: Elaboración propia

- **Fraunhofer Research Chile:** Se dedican a la investigación aplicada a resolver las necesidades tecnológicas de América Latina. Los temas de estudio son: Biotecnología de Sistemas (FCR-CSB) y Tecnologías para Energía Solar (FCR CSET). [Fraunhofer Chile Research](#)
- **GERSolar, Universidad Nacional de Luján:** Grupo de Estudios de la Radiación Solar, ofrecen distintos servicios de evaluación del recurso solar en el territorio de la República Argentina, entre ellos la evaluación de producción de plantas fotovoltaicas. [Grupo de Estudio de la Radiación Solar \(unlu.edu.ar\)](#)
- **ETA:** Escuelas Técnicas Agrícolas.
- **INTA AMBA:** Instituto Nacional de Tecnología Agrícola. Área Metropolitana de Buenos Aires. [E.E.A. Área Metropolitana de Buenos Aires | Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria \(inta.gob.ar\)](#)
- **FREBA:** Foro Regional Eléctrico de Buenos Aires. Es una asociación civil sin fines de lucro, que tiene por objetivo brindar asesoramiento técnico, económico, legal y regulatorio a sus asociados, para ampliar y mejorar el sistema de transporte y subtransmisión de energía eléctrica en la provincia de Buenos Aires. <https://www.freba.org.ar/nosotros/>
- **DPE:** Dirección Provincial de Energía, Provincia de Buenos Aires. https://www.gba.gob.ar/energia/direccion_provincial_de_energia
- **ADEERA:** Asociación de Distribuidores de Energía de la República Argentina. Es una organización sin fines de lucro, conformada en la actualidad por 47 distribuidoras de energía eléctrica de origen público, privado y cooperativo. Prestan el servicio público de electricidad a más de 14 millones de clientes en todo el país. Operan el 97% de la energía eléctrica que se consume en la Argentina. <http://www.adeera.org.ar/quienessomos.aspx>
- **CADER:** Cámara Argentina de Energías Renovables. Es una asociación sin fines de lucro que tiene por objeto fomentar el desarrollo sostenible del mercado energético a partir del uso de fuentes renovables. Es referente de la industria de energías renovables en Argentina, y promueve el diálogo entre distintos actores para el desarrollo actual y futuro de emprendimientos energéticos. <https://www.cader.org.ar/>
- **MAyDS:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación
- **SE:** Secretaría de Energía de la Nación
- **MAGyP:** Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación
- **DA:** Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires
- **Productores AE:** Productores agroecológicos
- **GE:** Generadores de energía
- **Unión de Trabajadores de la Tierra:** Cooperativa de producción y distribución de alimentos de producción local.
- **FEDECOPA:** Federación de Cooperativas de Electricidad y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires. [FEDECOPA](#)

- **OPDS:** El Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible es la autoridad de aplicación de la normativa ambiental de la provincia de Buenos Aires. Planifica, coordina y fiscaliza la ejecución de la política ambiental de la provincia, para mejorar y preservar la diversidad biológica del territorio y la calidad de vida de sus habitantes. [OPDS - Autoridad Ambiental | \(gba.gov.ar\)](http://gba.gov.ar)

Aquellos actores presentados en la Figura 4 más cerca del círculo central “Proyecto Piloto Agro Fotovoltaico”, son aquellos que potencialmente podrían llevar a cabo el proyecto piloto para la generación de información. Más alejados del centro, se encuentran los actores que van contar con el apoyo técnico y la información generada de aquellos del primer nivel, si se masificara este modelo productivo. Se espera que la estrategia de comunicación sea realizada desde los actores del círculo central, hacia aquellos actores del círculo externo que se vinculen con sus instituciones. La comunicación circularía en una primera instancia desde adentro, para afuera. Un ejemplo de esto podría ser el INTA y GerSolar comunicarán a través del sector académico como las escuelas agrarias y técnicas. En el caso de las instituciones gubernamentales, las más alejadas, serán las que tendrán que realizar las regulaciones pertinentes y programas de fomento, para la posible aplicación a mayor escala de proyectos, que generen alimentos y energía fotovoltaica para inyectar en la red. En esta instancia se espera que ciertas entidades como el Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires y el INTA cumplan un rol clave en la comunicación y promoción de dichos Programas y regulaciones en el territorio interactuando con los productores primarios.

Experiencias internacionales de implementación de AFV

En la actualidad muchos países están llevando a cabo experiencias agro-fotovoltaicas (*Agri-Photovoltaics*), a partir de las cuales comienzan a presentarse resultados en los rendimientos de los cultivos, en la generación energética y sobre todo en la eficiencia del uso del territorio.

La experiencia de Alemania, puntualmente en la comunidad campesina de *Heggelbach* de clima árido muestra los resultados obtenidos en 2018, cuando completaron su segunda cosecha del sistema AFV. Los cultivos bajo paneles fotovoltaicos fueron trigo de invierno, papas, trébol y apio. En todos los casos se mantuvieron parcelas de control (sin paneles FV), y se obtuvieron las diferencias en los rendimientos observados de manera porcentual. Para el cultivo de apio, se observó un aumento del 12% en los rendimientos respecto al control. El trigo de invierno obtuvo un aumento del 3% respecto al control, y el trébol mostró una disminución del rendimiento en un 8%. Para el cultivo de papa, se observó un aumento en eficiencia en el uso de la tierra del 186% por hectárea, en producciones AFV, respecto a si se utilizara 1 hectárea para producción de energía o para producción de alimentos²⁶. En este caso de clima árido, se observan rendimientos superiores en la producción alimentaria combinada con AFV. En la experiencia de las zonas áridas de Chile, región de Coquimbo y del desierto de Atacama, el enfoque de la aplicación de AFV se centra en la resolución de las amenazas de la escasez hídrica para la producción de alimentos, de los altos costos energéticos asociados a la presurización del agua de riego, y del incremento de las fuentes renovables de energía²⁷. En la región del desierto de Atacama, ha alentado este tipo de producción, al observar el crecimiento de

²⁶ Fuente: [Agrophotovoltaics: High Harvesting Yield in Hot Summer of 2018 - Fraunhofer ISE](#)

²⁷ Fuente: [Agricultura Fotovoltaica: Ahorrar agua produciendo energía - Facultad de Ciencias Agronómicas - Universidad de Chile \(uchile.cl\)](#)

vegetación, bajo los paneles, por el agua que condensa el rocío. Otro dato interesante es el de la disminución en la volatilización de la tierra, al tener cobertura vegetal, disminuye los costos de limpieza de los paneles. Tal es el caso del PSF Chañares, donde se pusieron plantas rastreras de zonas áridas bajo los módulos creando, lo que llaman, una “alfombra verde”), de esta manera se logró impedir el levantamiento de polvo sustancialmente. Otro impacto positivo de AFV es el de la retención de partículas de suelo por la cobertura vegetal, que permiten mejorar la limpieza de los paneles, y por otro lado la generación de microclimas bajo los paneles, que drenan la humedad generada por el rocío, que sumado al sombreado de los paneles permite mantener la humedad del suelo.

Es digno de leer el trabajo de “*Review of results of agro-photovoltaic systems implementation in agriculture*” de Vyatautas Adomavicius (2021)²⁸, que se trata de una recopilación de los resultados obtenidos en sistemas AFV, su eficiencia, los beneficios para la agricultura, posibilidades para futuras investigaciones y para el desarrollo de la producción de electricidad. A su vez se describe la diversidad de producciones agrícolas que pueden convivir con fotovoltaica. Los resultados de las investigaciones de los sistemas AFV en las distintas experiencias alrededor del mundo, mostraron una eficacia indiscutible y una ventaja evidente sobre las tecnologías tradicionales.

Las experiencias de AFV presentan un impacto positivo en lo económico, dada la eficiencia del uso del territorio, en rendimientos de cultivos, en protección de cultivos, en la limpieza de los paneles solares (ya que los cultivos evitan la elevación de partículas del suelo). Socialmente impacta positivamente en la generación de empleo, en el abastecimiento de alimentos, y en la diversificación de los ingresos económicos de los productores que apliquen AFV. Ambientalmente presenta impactos positivos en la retención hídrica del suelo, en la posibilidad de condensar el agua del río y generar microclimas en áreas desérticas, y en la generación de energía limpia a partir de fuentes renovables, que no compitan por el uso del territorio con la agricultura, ya que se genera una en la combinación de agricultura y fotovoltaica. Es por esto que cumplen un rol clave en la lucha contra el cambio climático, en adaptación y mitigación, más aún si se generan en ambientes urbanos y periurbanos, donde se genera la mayor demanda de recursos alimenticios y energéticos. Y pensando en un modelo de buenas prácticas agrícolas que aseguren la sustentabilidad de la producción sin contaminar.

Se debe decir que los impactos mencionados anteriormente, fueron destacados de la bibliografía revisada de las experiencias internacionales en AFV. En el entregable 15a, se encuentran detallados los posibles impactos de AFV, con producciones agroecológicas en territorios urbanos y periurbanos para el caso de AMBA, vinculados con los ODS, que sería interesante tenerlos en cuenta para monitorear y hacer seguimiento durante el proyecto piloto.

Potencial de implementación masiva de AFV en el AMBA

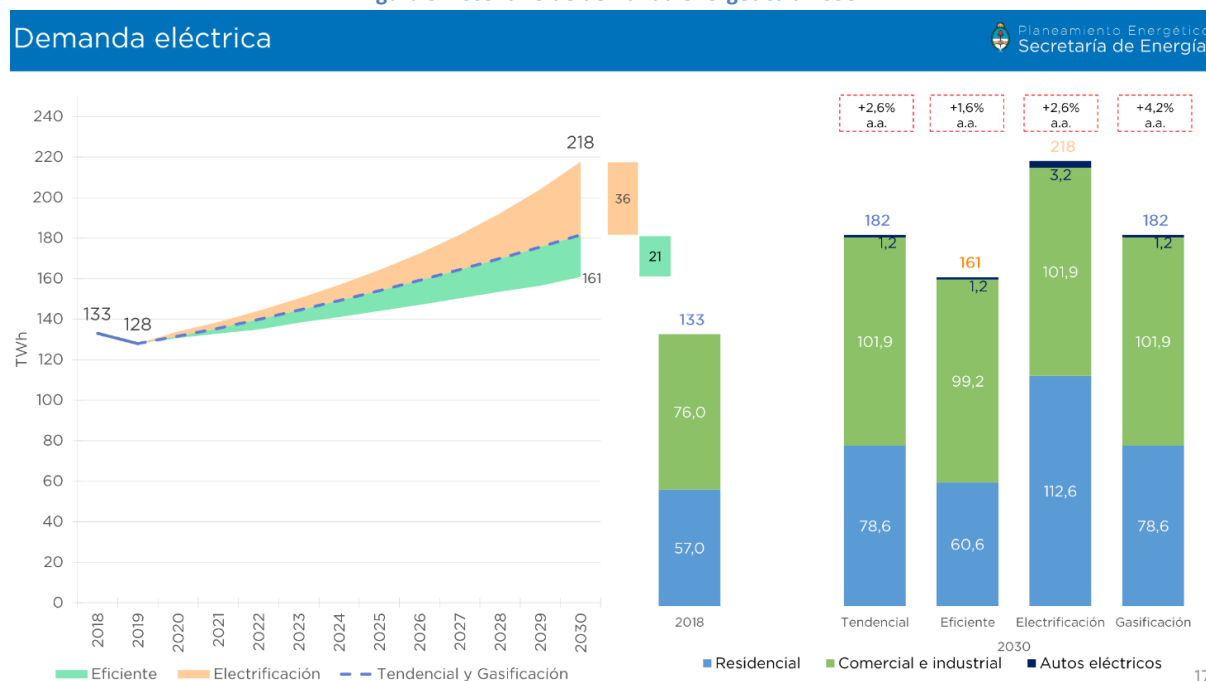
Escenario 2030

Para dimensionar el potencial de implementación masiva de AFV en AMBA se definió un horizonte temporal a 2030 y se partió de una línea de base sin ningún proyecto AFV en funcionamiento.

²⁸Fuente: [VytAdomavicius-Review of APVS-Fin \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/351111111)

Se estimó la demanda energética de AMBA a 2030, tomando los datos del escenario de electrificación presentados por la subsecretaría de Planeamiento en el documento Escenarios Energéticos 2030, (Figura 5) que estima una demanda eléctrica total del SADI de 218 TWh²⁹. Se asumió que la demanda de AMBA es muy cercana a la de GBA y que mantendrá una participación del 37.7%, del total como la del 2019³⁰. Esto equivaldría para el escenario 2030 a una demanda eléctrica por parte de GBA/AMBA de 82 TWh.

Figura 5. Escenario de demanda energética a 2030.



Fuente: Escenarios energéticos 2030³¹

Para la estimación de superficies de terreno involucradas, se utilizaron datos tomados del trabajo de INTA: “Agricultura Urbana y Periurbana en el Área Metropolitana de Buenos Aires Creación de la Estación Experimental Agropecuaria AMBA” 2012³². Si bien existen datos con valores de superficie más actuales del Censo Nacional Agropecuario (2018)³³, divididos por provincia y por departamento, en estos no hay una diferenciación para el AMBA. De esta manera, la Superficie total de Explotaciones Agropecuarias Familiares y Empresariales en áreas urbanas y periurbanas del AMBA asumida para este escenario es de un total de 475.657 hectáreas³⁴, con un promedio de 134.8 hectáreas de las explotaciones. Lo que representaría el 26% del total de la superficie del AMBA

²⁹ Fuente: Escenarios energéticos 2030. 2019. Secretaría de Gobierno de Energía.

http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/planeamiento/escenarios/2019_12_05_escenarios_energeticos_2030_sin_nom.pdf

³⁰ Fuente: <https://cammesaweb.cammesa.com/renovables/>

³¹ Fuente: Escenarios energéticos 2030. 2019. Secretaría de Gobierno de Energía.

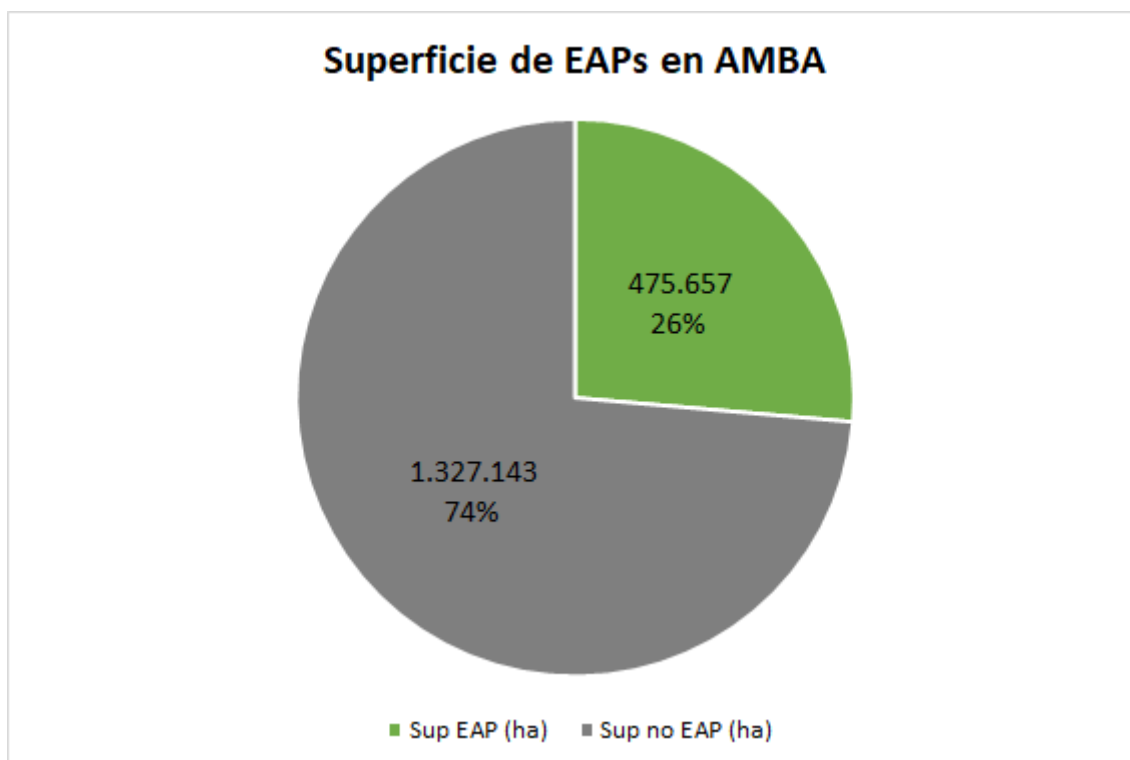
http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/planeamiento/escenarios/2019_12_05_escenarios_energeticos_2030_sin_nom.pdf

³² Fuente: [script-tmp-creacin_eea_amba.pdf \(inta.gob.ar\)](#) página 38.

³³ Fuente: [cna2018_resultados_definitivos.pdf \(indec.gob.ar\)](#)

³⁴ Fuente: [script-tmp-creación_eea_amba.pdf \(inta.gob.ar\)](#) página 38.

Figura 6. Superficie con EAPs de AMBA



Fuente: Elaboración propia

Luego se estimó el potencial que tendría una implementación a escala de proyectos agro-fotovoltaicos (AFV). Cabe destacar que es una estimación aproximada, dado que no existen datos para este modelo productivo innovador en este territorio. Es por esto que basados en la revisión bibliográfica, juicio experto y datos empíricos se consideraron algunos **supuestos indicativos para diseños AFV y para plantas fotovoltaicas tradicionales**:

- Factor de capacidad en sistemas AFV en Bs. As. de 15%.
- Factor de capacidad en sistemas FV tradicionales en Bs. As. 20%.
- Superficie requerida para sistema AFV de 6ha/MW
- Superficie requerida para sistema FV tradicional 3ha/MW

La energía anual producida, fue estimada según la siguiente ecuación:

$$Energía\ anual\ \left(\frac{GWh}{año}\right) = Potencia\ instalada\ (GW) * horas\ equivalentes\ (h/año)$$

siendo:

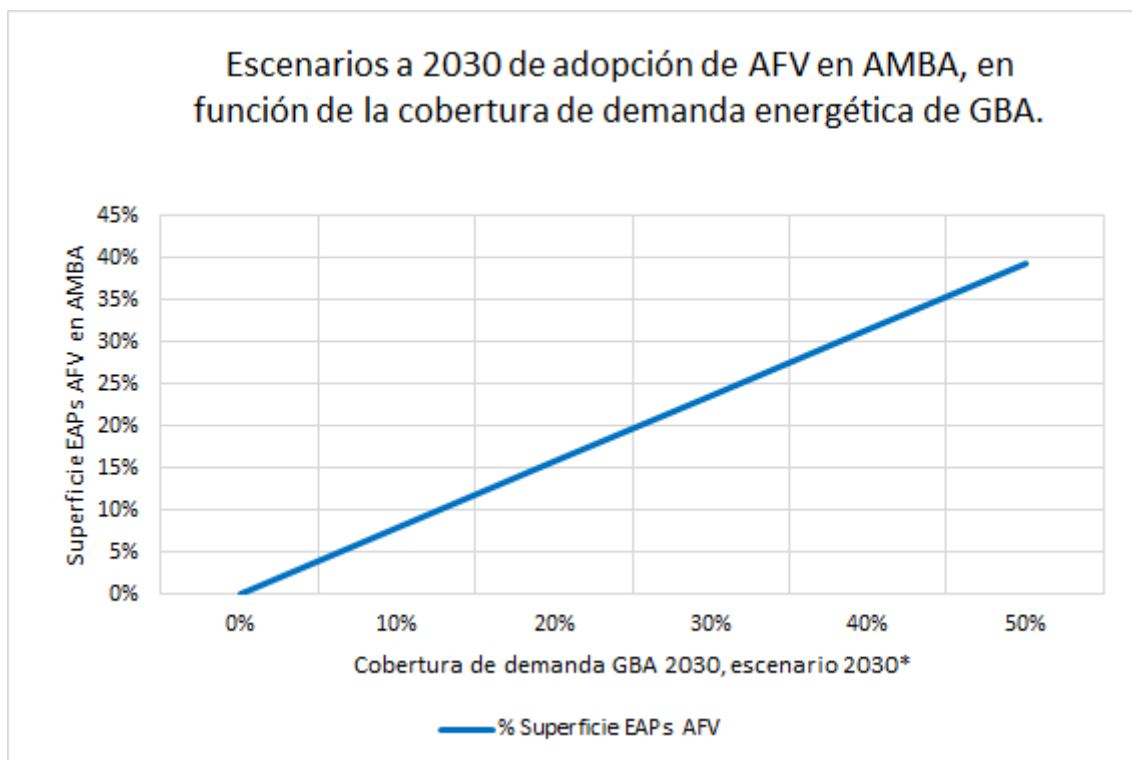
$$Horas\ equivalentes = Factor\ de\ Capacidad * horas\ año\ (8760)$$

$$Potencia\ instalada = Potencia\ nominal\ (AC)\ del\ sistema\ FV.$$

Si bien esta instancia no tiene el objetivo de definir una meta/objetivo para el nivel de adopción en términos de porcentaje de demanda más conveniente a cubrir con esta medida o la capacidad a instalar, se realizó un ejercicio para determinar la superficie de suelo a afectar en función de la

cobertura de la demanda eléctrica a fines de obtener un nivel de sensibilidad sobre el potencial impacto de la implementación masiva de Agro Fotovoltaica en AMBA (Figura 7).

Figura 7. Escenario a 2030 de adopción de AFV en AMBA

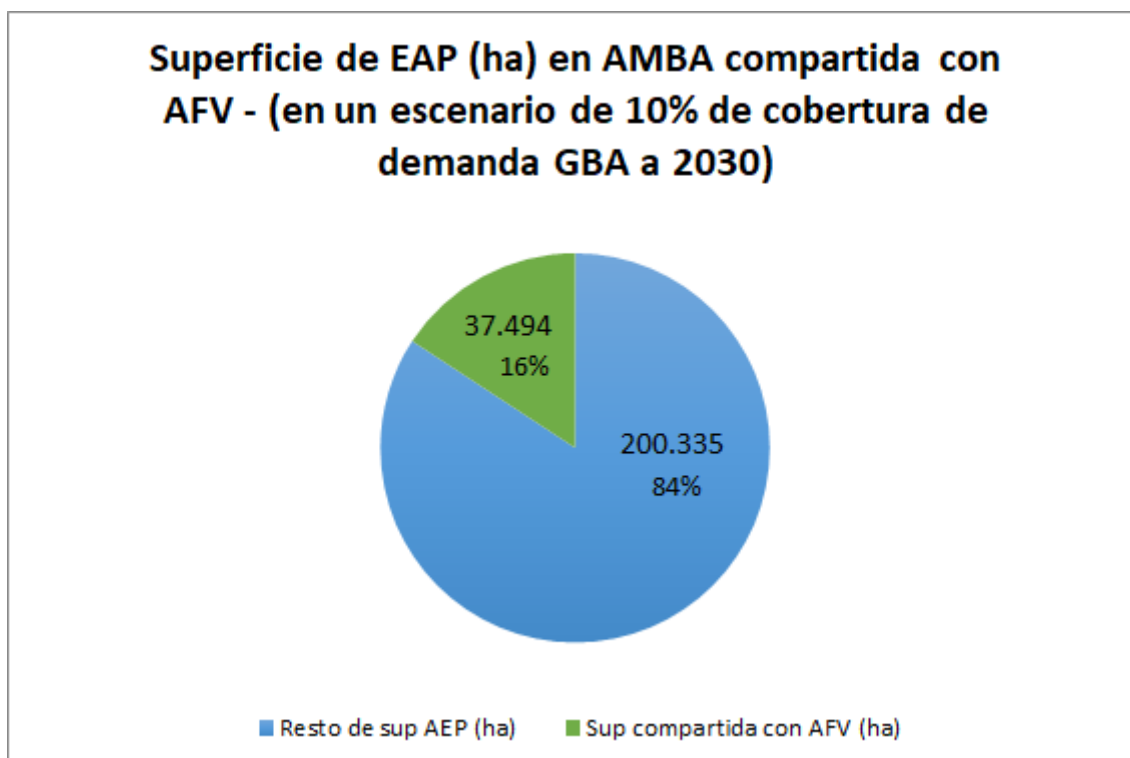


Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra la superficie de EAPs a ser afectada con adopción de AFV en función de la cobertura de la demanda eléctrica de AMBA en el 2030.. Se espera lograr que los rendimientos en la producción de alimentos no tengan diferencias significativas con producciones sin paneles fotovoltaicos, por lo que no se incluyeron análisis sobre el impacto en la oferta de alimentos primarios..

A modo de ejemplo, tal como se desprende del gráfico (Figura 7), si asumimos que se alcanza un 10% de cobertura de la demanda mediante sistemas AFV , esto implicaría la utilización de un 8% de la superficie productiva de áreas urbanas y periurbanas del AMBA, estimadas en 38.050 hectáreas (Figura 8). En este escenario se estima que se requerirían una potencia instalada de aproximadamente 6 GW y la generación energética sería de 8.334 GWh/año (10% de la demanda),

Figura 8. Escenario cobertura 10% demanda GBA, Superficie de EAPS necesarias para AFV



Fuente: Elaboración propia

Se estima que este nivel de implementación masiva de AFV (120% de la demanda de GBA en 2030), implicaría una reducción de emisiones de 3.3836.785 GtCO₂e/año, considerando el factor de emisión de Margen Combinado publicado por Secretaría de energía de 0,4071 que fue estimado utilizando la herramienta "Tool to calculate the emission factor for an electricity system Version 07.0" del MDL (CMNUCC). Cabe aclarar que esta estimación se realiza utilizando un factor de emisión correspondiente al año 2019, aunque es de esperar que dicho valor disminuya para el 2030.

En otro extremo , si se esperara la cubrir el 100% de la demanda de AMBA en 2030 mediante la implementación masiva solo de sistemas Agro-Fotovoltaicos, y asumiendo que ambas actividades pueden convivir se estima que se necesitaría que el 80% de la superficie de las EAP del AMBA adopten este modelo (pero sin afectar la producción de alimentos en dicha superficie).

En cambio, para generar el 100% de la energía eléctrica demandada por AMBA en 2030, por medio solamente de parques solares fotovoltaicos “tradicionales” hipotéticamente instalados en superficies de Explotaciones Agropecuarias, se estimó que deberían ocuparse aproximadamente 120.000 ha lo que representaría una disminución 25% en la superficie actual destinada a producción agropecuaria. No es viable esperar un nivel de adopción de esta modalidad de generación tan alto, pero estos ejercicios aportan perspectiva para dimensionar escalas y tomar sensibilidad sobre los impactos. Es de esperar que el camino hacia la carbono neutralidad en el sector energético requiere más bien una combinación de diferentes soluciones (autogeneración- solar en techo, plantas de generación solar “tradicionales” y AFV, bioenergías, energía eólica, eficiencia energética, ampliación redes eléctricas e interconexiones regionales, almacenamiento de corto mediano y largo plazo, etc.)

Anexo

Idea de proyecto: Proyecto Piloto Agro Fotovoltaico AMBA

El Proyecto Piloto Agro-Fotovoltaico AMBA consiste en la instalación de un sistema de generación solar fotovoltaico en suelo con una potencia nominal de 250 kWac y con una configuración que será especialmente diseñada para que se integre a una parcela de cultivo de alimentos. Aunque la ubicación del Piloto AFV será definida durante la etapa de factibilidad se identificó el predio de la Estación Experimental del INTA AMBA, ubicado en Ituzaingó, Provincia de Buenos Aires como un sitio potencial en el que podría ser emplazado.

El sistema solar fotovoltaico afectaría de manera directa una parcela de 1,5 ha y se prevé otra parcela de igual tamaño (1,5ha) para utilizarse como testigo contra el que comparar el impacto en los rindes por m² de la parcela afectada por el sistema solar, siendo entonces la superficie bruta total requerida de 3 ha, esquematizada en la figura 9.

Figura 9. Estación Experimental INTA AMBA, Posible ubicación Proyecto Piloto AFV



Fuente: Elaboración propia

Con la implementación del Proyecto Piloto AFV, se pretende medir el rendimiento de la producción agrícola de la parcela afectada, "Parcela con solar", marcada en celeste Figura 6, en comparación con una parcela equivalente denominada "Parcela testigo", pintada de verde en Figura 6, sin paneles FV. A su vez se pretende evaluar la capacidad de producir energía renovable para inyectar y vender en el mercado eléctrico de la "Parcela con solar". El diseño del Sistema fotovoltaico deberá conjugar los criterios de producción de energía con de producción agrícola, aunque se buscará priorizar la producción agrícola por sobre la de energía. Para esto se deberá realizar una de la planta solar en el que los conjuntos de módulos fotovoltaicos estén suficientemente espaciados y con estructuras suficientemente altas de manera de minimizar el impacto en la producción agrícola. De todos modos,

al tratarse de un Piloto, se buscará que dicha configuración presente grados de libertad a partir de un diseño de estructura “flexible” que permita realizar ensayos con diferentes configuraciones con fines de investigación que permita estudiar el impacto en los rindes en función de las diferentes configuraciones y además se busca poder considerar diferentes cultivos, que tendrán diferentes taxonomías y respuestas a cada uno de los contextos ambientales creados.

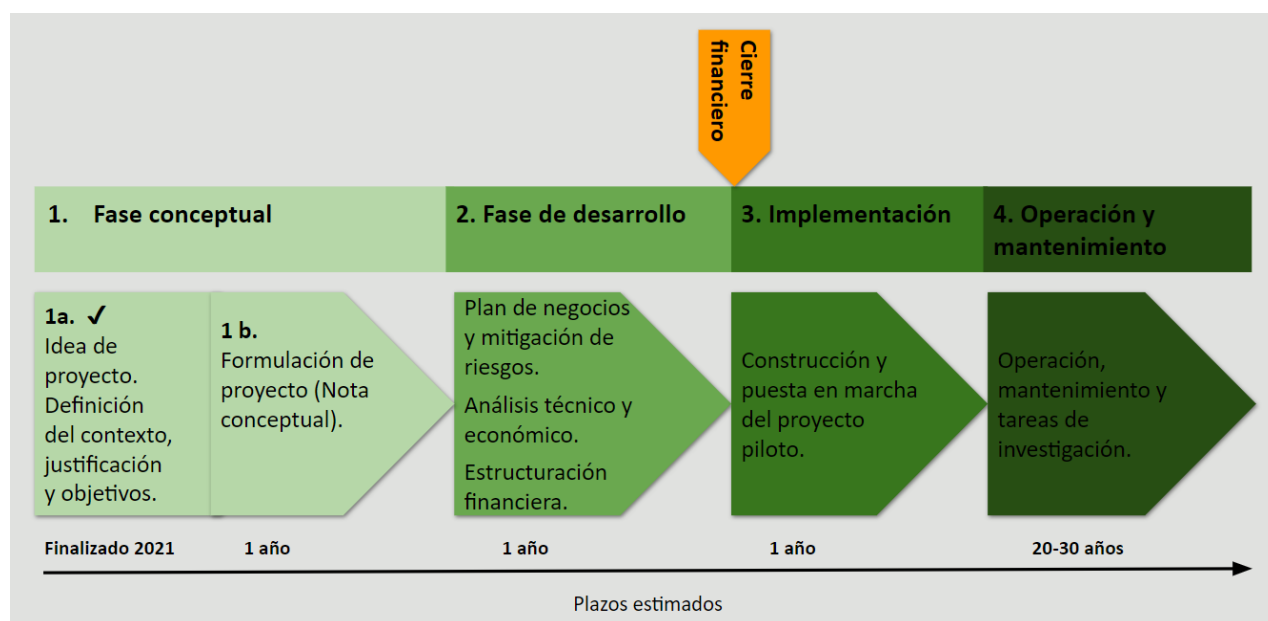
El sistema de generación solar fotovoltaica (conjunto de módulos que conforman la planta), produce corriente continua que se convierte en corriente alterna por medio de inversores fotovoltaicos, y se transforma al voltaje correspondiente del punto de inyección (13,2 kV) para ser evacuados en la red de media tensión operada por EDENOR. La potencia instalada en corriente continua (DC) de la planta, suma de la potencia nominal de todos los paneles fotovoltaicos instalados en ésta, se calculó en 300 kWp.

La potencia en corriente alterna (AC), definida por la máxima potencia que los inversores son capaces de inyectar en la red de media tensión 13,2 kV, será igual a 0,3 MWac. y asumiendo una relación de potencias en tensión continua y alterna, también llamado “Ratio DC/AC”, de 1,15 se requerirían 615 Módulos Fotovoltaicos JKM560M-7RL4-V 1500V monocristalinos (o equivalente), de 560 Wp de potencia nominal cada uno.

Ciclo de vida del Proyecto Piloto AFV

En la figura 10 se esquematizan las fases previstas del Proyecto Piloto. Se espera que la Idea de Proyecto, elaborada en este informe (Fase 1a.), sirva como puntapié inicial para poder realizar la formulación de proyecto (Fase 1b.) para luego avanzar en las siguiente fase de desarrollo (Fase 2) que permitirá viabilizar el proyecto y alcanzar el cierre financiero necesario para su implementación (Fase 3) y posterior operación y mantenimiento (Fase 4).

Figura 10. Ciclo de vida del Proyecto Piloto AFV.



Fuente: Elaboración propia

1. Fase conceptual

1a. Idea de Proyecto

En esta primera fase se define de manera general el Proyecto Piloto AFV, su magnitud, costos estimados, el contexto en el que se enmarca, la justificación y los objetivos perseguidos dando lugar a la Idea de Proyecto.

En esta instancia se busca dejar trazada la hoja de ruta con los pasos a seguir y una estimación de indicativa de los montos de inversión y plazos requeridos para alcanzar la puesta en marcha del proyecto piloto. Se busca también que la Idea de Proyecto sirva para traccionar interés en los diferentes actores que conformen un grupo promotor que lidere su desarrollo y los fondos necesarios para llevar a cabo las etapas siguientes.

Se considera que es un proyecto con alta probabilidad de ocurrencia dadas las múltiples ventanillas de financiamiento identificadas en el entregable 15a y dado que es un proyecto de alto impacto alineado con los ODS, la NDC, y políticas nacionales, tendientes a reducir las emisiones de GEI.

1b. Formulación de proyecto (nota conceptual)

En una siguiente instancia de esta primera fase conceptual, se trabajará conjuntamente con los diferentes actores interesados para definir una propuesta de “acuerdo de colaboración” que sirva para conformar al grupo promotor. A la vez que se profundizará en la idea de proyecto para realizar la Formulación de Proyecto (o Nota Conceptual)

2. Fase de desarrollo

Habiéndose desarrollado la Idea de Proyecto se avanzará a la fase de desarrollo. En esta etapa se desarrollará un anteproyecto con sus respectivos estudios de factibilidad técnicos y económicos, se realizará la ingeniería de proyecto y la estructuración legal en la que se deberán formalizar los acuerdos de colaboración entre los diferentes actores; se gestionarán los permisos requeridos incluyendo aseguramiento del terreno, permiso de interconexión eléctrica e idealmente un acuerdo de venta de energía.

En esta instancia se definirán también los tipos de cultivos, las estrategias y los objetivos específicos de investigación con los que se trabajarán durante la etapa de operación e investigación, por último, se definirán los equipos de trabajo en términos de cantidad de personas y perfiles profesionales requeridos para llevar adelante la investigación prevista.

Por último, durante esta fase se trabajará en la estructuración financiera para lograr la bancabilidad y se presentará el proyecto en las diferentes entidades con sus ventanillas de financiamiento climático.

Se estima que esta Fase tendrá 1 año de duración y un costo aproximado de 150.000 u\$s. A continuación se listan las tareas y estudios a realizar durante la etapa 2.

- Estructuración legal (Constitución de entidad jurídica que implementará el Piloto conformada por el grupo promotor, acuerdo de uso del terreno)
- Caracterización de terreno (Topografía, Caracterización del suelo *Layout* y zonas de exclusión)
- Análisis de recurso solar (a partir de modelos mesoescalares)

- Diseño de parcelas productivas (tipos de cultivos, orientaciones, etc.)
- Diseño y configuración del sistema solar FV
- Selección de componentes/tecnología (módulos, inversores, estructura, etc.)
- Cálculo de producción de energía
- Conexión eléctrica (Estudio eléctrico etapa I)
- Estudio de Impacto Ambiental
- Gestión de permisos (Distribuidora eléctrica, ENRE, CAMMESA, Municipio, OPDS, etc.)
- Análisis económico financiero
- Contrato de venta de energía o PPA
- Estructuración financiera

3. Implementación

Con el grupo promotor constituido, los estudios de factibilidad realizados y una vez alcanzado el Cierre Financiero del proyecto se avanzará en la etapa de implementación que consiste en desarrollar la ingeniería de detalle, el proceso de compra y contratación de los diferentes suministros y servicios, la construcción y la puesta en marcha de la planta Agro-Fotovoltaica.

Se estima que la fase de Implementación tendrá una duración de 1 año y tomando como referencia los costos de construcción y puesta en marcha de una central FV tradicional en suelo (<1MW) que son del orden de 1 y 1,5u\$s/MWac, y considerando que las particularidades de este Proyecto Piloto impactaran negativamente aumentando significativamente su costo, y asumiendo que el Proyecto Piloto pueda requerir de alguna instalación adicional, en esta instancia de Idea de Proyecto, se estima que la construcción y puesta en marcha requerirá una inversión aproximada de 1.000.000 de u\$s. Este monto deberá ser revisado en las siguientes fases para tener en cuenta la potencia a ser instalada, la tecnología adoptada (tipos de módulos FV, inversores DC/AC, estructuras soportes, trackers etc), las características y especificaciones de los sistemas auxiliares que se requieran por tratarse de una instalación Piloto, para poder cumplir con los objetivos de investigación definidos en la etapa de Estudios de Factibilidad.

4. Operación y Mantenimiento (O&M)

Una vez que el Piloto Agro-fotovoltaico entra en operación, deberá ser operada y mantenida para su adecuado funcionamiento de acuerdo con las buenas prácticas de la industria. Pero además el equipo de investigación designado deberá llevar adelante las tareas de investigación de acuerdo con el plan definido para lograr los objetivos propuestos. De esta manera, a partir de los trabajos de investigación realizados, se espera generar la información técnica de base necesaria para el diseño de programas o políticas de incentivo que persigan alcanzar una adopción masiva de esta medida en el AMBA.

La vida útil de los módulos fotovoltaicos es de 30 años por lo que esta etapa podrá ser de esa duración, entendiendo que los objetivos de investigación se podrán ir actualizando y renovando cada cierto período de tiempo en función de nuevas necesidades que puedan surgir. En esta etapa se podrán observar los impactos en los rendimientos de ambas actividades combinadas (producción de

alimentos y generación de energía) bajo diferentes configuraciones, tipos de cultivos y manejos de la producción.

Viabilidad económica

Si bien se trata de un Proyecto Piloto con fines de investigación, se espera que el mismo genere ingresos por venta de energía para darle viabilidad económica. Para alcanzar dicha viabilidad el proyecto requerirá apalancarse en algunos instrumentos de “Financiamiento Climático”. En particular se espera conseguir Aportes No Reembolsables (ANR) por el monto requerido para cubrir los gastos de las próximas Fases: **1b. Formulación de Proyecto** (aproximadamente 50.000 u\$s.) y **2. Fase de Desarrollo** (aproximadamente 150.000 u\$s.).

Respecto a la fase **3. Implementación**, se espera que los fondos requeridos (aproximadamente 1.000.000 u\$s) puedan ser cubiertos mediante alguna combinación de instrumentos a definir durante la estructuración financiera a realizarse en la Fase de Desarrollo teniendo en cuenta que el proyecto tendrá un flujo de ingresos que permitiría afrontar ciertos compromisos de pago de deuda. A modo de ejemplo estos instrumentos podrían ser alguna combinación de: Aportes de contraparte o Equity Sponsor, Aportes No Reembolsables o Grant y deuda concesional (tasa, plazo y período de gracia concesionales).

Tabla 1. Montos requeridos y mecanismos financieros.

Fases	Monto estimado	Plazo estimado
1. Fase conceptual	1a. Realizado. Proyecto ICAT 2020-2021	
	1b. 50.000 u\$s	1 año
2. Fase de desarrollo	150.000 u\$s	1 año
3. Implementación	CAPEX: 1.000.000 u\$s	1 año
4. Operación y Mantenimiento	OPEX (anual): entre 5/10% del CAPEX	20-30 años

Fuente: Elaboración propia

Los gastos requeridos durante la etapa **4. Operación y Mantenimiento, (OPEX)**, se estiman entre el 5% y el 10% del monto requerido para la fase **3. Implementación (CAPEX)**, es decir, entre 50.000 u\$s y 100.000u\$s anuales. Tal como se mencionó más arriba, se espera que el proyecto tenga un flujo de ingresos a partir de los ingresos por venta de energía y eventualmente de alimentos, de manera tal que se pueda cubrir tanto el repago de la deuda como los gastos de Operación y Mantenimiento incluyendo los gastos relacionados con las actividades de investigación.

A continuación se presenta en la Tabla 2, Detalle de CAPEX una apertura por rubros de los costos estimados para la fase **3. Implementación (CAPEX)**. Se tomaron costos de referencia de proyectos fotovoltaicos tradicionales y con juicio experto se aplicaron factores de ajuste considerando que para este proyecto tratándose de un piloto con fines de investigación será conveniente evaluar la posibilidad de incluir algunas tecnologías disruptivas/innovadoras como por ejemplo Módulos FV

semitransparentes, o estructuras metálicas “no estándar” para agregar flexibilidad al diseño para aumentar la capacidad de investigación y tener en cuenta tanto consideraciones de producción de energía como de alimentos, todo esto resultará en un aumento significativo del costo unitario en comparación con instalaciones FV tradicionales. También es importante remarcar que el CAPEX total está íntimamente relacionado con la potencia total a instalar y aunque en esta Idea de proyecto se menciona una potencia indicativa, (250 kW ac) el valor final a instalar surgirá en etapas posteriores de avance considerando entre otras cosas la disponibilidad del terreno en el sitio de implantación. Por último se hizo una consideración preliminar sobre la aplicación del Impuesto al Valor Agregado (IVA), considerando un valor de 10,5% para algunos componentes importados y 21% para los demás rubros. Esto deberá ser también revisado con mayor nivel de detalle en etapas posteriores.

Tabla 2. Detalle CAPEX

RUBRO	CAPEX sin IVA		
	IVA(u\$s)	IVA	CAPEX (u\$s)
Módulos FV e inversores	\$ 393.432	10,5%	\$ 434.742
Obra Civil	\$ 53.317	21,0%	\$ 64.513
Obra Electromecánica	\$ 51.597	21,0%	\$ 62.432
Estación Transformadora	\$ 26.813	21,0%	\$ 32.443
Edificio de Control y Mantenimiento	\$ 250.000	21,0%	\$ 302.500
Supervisión de obra	\$ 13.125	21,0%	\$ 15.881
Instrumentos de medición	\$ 45.000	10,5%	\$ 49.725
Estudios y Otros	\$ 15.547	21,0%	\$ 18.811
TOTAL CAPEX ESTIMADO (u\$s)			\$ 981.049

Fuente: Elaboración propia

Financiamiento

Contando con un entendimiento más acabado sobre la Idea de Proyecto y las necesidades de fondos para realizar las siguientes fases de desarrollo, se profundizó un poco más el estudio de las diferentes fuentes de financiamiento relevadas (ver entregable 15.a). En la siguiente tabla se listan algunas de las ventanillas que se encontraron más apropiadas junto con una breve descripción de las mismas y una justificación de su potencial aplicabilidad.

Tabla 3. Análisis de las posibles fuentes de financiamiento

Fuentes de financiamiento	Justificación y etiquetado
GCF: Fondo Verde del Clima	Tal como fue desarrollado, la Idea de Proyecto se encuentra enmarcado en proyectos con impactos en Mitigación y Adaptación (cross cutting) acorde con los temas que busca abordar el GCF. Así mismo el Proyecto se encuadra particularmente en 2 de los temas y resultados que persigue el Fondo: i Health, food, and water security: tema en el que se incluye el apoyo a la agricultura climáticamente inteligente, ambiental y socialmente sostenible, que puede reducir los riesgos para la seguridad alimentaria, así como las presiones sobre el suministro de agua; y ii) Energy generation and access: una de las formas en las que GCF busca obtener resultados

	<p>en el área de energía es catalizando la innovación climática a través de modelos comerciales innovadores y empleando tecnologías innovadoras de alto impacto;</p> <p>Se ha identificado un antecedente de proyecto de AFV cuyo financiamiento fue aprobado por el GCF en agosto de 2020: “Fiji Agrophotovoltaic Project in Ovalau” y se encuentra en implementación. Si bien se trata de un proyecto con algunas diferencias respecto a la presente Idea de Proyecto se considera que es un antecedente significativo.</p> <p>Cabe aclarar que el proceso de presentación en esta ventanilla se percibe algo complejo para la escala del proyecto aunque también es cierto que existe un proceso simplificado de aprobación - Simplified Approval Process Pilot Scheme (SAP) - dedicado a proyectos de menos de 10 MUSD.</p>
<p>Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM, en inglés Global Environment Facility /GEF)</p>	<p>En base a los desarrollado en la presente Idea de Proyecto, se entiende que la misma podría cumplir con los objetivos de elegibilidad de GEF. La misma estaría encuadrada entre las prioridades del GEF bajo el “área focal de Cambio climático” más específicamente en el Programa de Impacto con foco en “Ciudades Sostenibles”. Al mismo tiempo se entiende que el proyecto está alineado con las prioridades nacionales.</p> <p>En cuanto a las modalidades de financiamiento a través de las que opera el GEF: i) proyectos de tamaño completo, ii) proyectos de tamaño mediano, iii) actividades facilitadoras y iv) enfoques programáticos. Para este caso se encuentra interesante profundizar la posibilidad de financiamiento bajo las modalidades: iii) Actividad habilitadora o Enabling Activity (EA): en la que se financia la preparación de un plan, estrategia o informe para cumplir con los compromisos en virtud de una Convención. Se espera que bajo esta modalidad se podría financiar la 2. Fase de Desarrollo y ii) Proyectos de tamaño mediano o Medium-sized Project (MSP): significa un financiamiento de proyectos del FMAM de menos de o equivalente a dos millones de dólares estadounidenses.. Se espera que esta se pueda aplicar a esta modalidad para la fase 3. Implementación.</p> <p>Cabe aclarar que en este momento se está dando el proceso de discusión para alcanzar el GEF-8 Replenishment, que se espera que esté finalizado para principios del 2022. Y se espera contar con más información actualizada para ese entonces.</p>
<p>BCIE: Banco Centroamericano de Integración Económica</p>	<p>Se debe profundizar el estudio de esta fuente de financiamiento para validar que pueda ser apropiada para presentar el proyecto piloto propuesto. Si bien dentro de los instrumentos financieros con los que cuenta el BCIE, se encuentra la posibilidad de brindar recursos para la implementación de programas de preinversión y cooperación técnica, lo que sería una oportunidad para financiar la 2. Fase de Desarrollo. No están muy claros los requisitos y se menciona también que cuenta con cooperaciones financieras no reembolsables pero solo para los países fundadores, entre los cuales no está Argentina. Argentina es un país socio como miembro Extrarregional.</p>
<p>Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA)</p>	<p>El Programa de Adaptación para la Agricultura en Pequeña Escala (ASAP) es el programa emblemático del FIDA destinado a canalizar la financiación para el clima y el medio ambiente hacia los pequeños agricultores. Aunque también actúa como organismo de ejecución del GCF y del GEF, es interesante profundizar la investigación sobre el Programa de Adaptación para la Agricultura en Pequeña Escala Adaptation for Smallholder Agriculture Programme (ASAP) con el que cuenta el FIDA como programa insignia. Se trata de un programa sobre adaptación al cambio climático dirigido a pequeños agricultores. A través del cual se orientan recursos financieros destinados al clima y el medio ambiente a fin de ayudar a los pequeños agricultores a reducir la pobreza, mejorar la biodiversidad, aumentar el rendimiento de los cultivos y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Se recomienda profundizar la exploración de este Programa para financiar tanto la 1b. Fase conceptual, como la 2. Fase de Desarrollo. Se entiende que dentro de las actividades que actúa este programa, dichas fases estarían encuadradas en la actividad: gestión de los conocimientos - para mejorar la</p>

	documentación y la difusión de los conocimientos sobre los enfoques de la agricultura resiliente al cambio climático.
<p>Red y Centro de Tecnología Climática. (CTCN: Climate Technology Centre & Network)</p>	<p>No financia la compra de bienes. Está orientado a la asistencia técnica, lo cual lo hace potencialmente atractivo para el desarrollo de las fases: 1b. Fase conceptual, y 2. Fase de Desarrollo. Siendo que el proyecto para su fase 3. Implementación, necesitará el financiamiento de compra de bienes como por ejemplo paneles solares, inversores, etc., esta fuente de financiamiento podría ser considerada para la asistencia técnica requerida, lo que llevaría a presentar el proyecto a otra fuente de financiamiento para la compra de bienes.</p>

Fuente: Elaboración propia

Resumen de Idea de Proyecto

A continuación se presentan, a modo de resumen, las características principales y los aspectos considerados e impactados con este proyecto para facilitar la lectura de potenciales evaluadores en ventanillas de Financiamiento climático en lo que se pueda presentar la idea de proyecto:

Proyecto piloto de producción de energía fotovoltaica en conjunto con producción sostenible de alimentos áreas periurbanas con producción sustentable de alimentos	
Información de contexto, diagnóstico y línea de base	
Mitigación	Reducir las emisiones por la generación local de energía y alimentos. Reemplazo del combustible fósil por renovables, como la energía fotovoltaica. Se espera generar agroecosistemas diversos, permitiendo una cobertura de cultivos constante y un sistema productivo sustentable.
Adaptación	Lograr resiliencia y mayor autonomía de centros urbanos con una matriz energética diversificada, y por otro lado mejorar la resiliencia en los sistemas agrícolas biodiversos, que mejoran la capacidad de adaptarse ante eventos climáticos extremos que dañen a ciertos cultivos y no a todos.
Alineación a NDC	El proyecto piloto se encuentra alineado con la meta y la visión 2030 planteada en la segunda NDC presentada en diciembre de 2020 por el país. Respecto al sector energético, se espera para 2030, impulsar la transición energética hacia energías limpias, confiables y sostenibles. Contribuye a una matriz energética más inclusiva, dinámica, estable, soberana y sostenible, así como lo plantean en la NDC hacia el 2030. Respecto a la agricultura, se alinea con la NDC dado que se fomenta la diversificación de sistemas productivos resilientes y sostenibles, con la agroecología, como el modelo productivo seleccionado para llevar a cabo este proyecto piloto. A su vez contribuye a la generación local de alimentos en proximidad de los polos urbanos.
Problemática y barreras	Las barreras identificadas son principalmente financieras, falta de políticas o programas que incentiven su adopción y falta de información para la región para definir mecanismos de incentivos adecuados. La implementación a gran escala contribuiría al cumplimiento con los objetivos de la agenda 2030 de la carbono neutralidad y el abastecimiento de la demanda de energías limpias y sistemas productivos sostenibles.
Descripción del proyecto	
Acciones	

	<p>Se espera lograr la implementación de un proyecto piloto de producción Agro-Fotovoltaica de energía y alimentos, para generación de información. Se desea investigar la adaptabilidad de este modelo, en particular la selección del tipo de cultivos y disposición de los paneles mejor adaptados al contexto periurbano del Gran Buenos Aires.</p>
<p>Resultados esperados e impacto</p>	<p>Estudiar la compatibilidad de la generación de energía fotovoltaica y la producción de alimentos agroecológicos para aumentar la resiliencia y disminuir las emisiones de GEI de las producciones y del sistema energético en áreas urbanas y periurbanas. Se busca que los rendimientos de la producción de energía y de alimentos en el mismo terreno, sea mayor en que si se hicieran de manera separada. El impacto esperado es hacer un uso eficiente de la tierra, con generación de mayor valor agregado combinando la venta de energía a la red con venta de alimentos y fomentando las prácticas agroecológicas. A su vez se espera que haya un impacto secundario en reducción de costos de transporte.</p>
<p>Territorio involucrado (región, provincia, municipio):</p>	<p>El proyecto piloto involucra al territorio del Área Metropolitana de Buenos Aires, puntualmente la Estación Experimental del INTA AMBA, localizada en Ituzaingó, Provincia de Buenos Aires, Argentina.</p>
<p>Sectores vinculados al proyecto:</p>	<p>Los sectores vinculados al proyecto son el sector Energía y Agricultura, Ganadería y Otros Usos de la Tierra</p>
<p>Beneficiarios</p>	<p>Productores de energía y alimentos, investigadores.</p>
<p>Articulación</p>	<p>Se espera lograr la articulación con el INTA AMBA y con GerSolar. Se cree que podrían estudiar la compatibilidad de la generación de energía fotovoltaica y la producción de alimentos agroecológicos, que contemple el contexto y las tecnologías necesarias para la puesta en marcha del proyecto piloto</p>
<p>Monto total de inversión estimada por</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fase conceptual→ 1a realizado durante Proyecto ICAT 2020-2021 1b: 50.000 u\$s 2. Fase de desarrollo→ 150.000 u\$s 3. Implementación→ 1.000.000 u\$s 4. Operación y mantenimiento→ Recupera inversión

Acrónimos

ACUMAR	Autoridad de Cuenca La Matanza Riachuelo
ADEERA	Asociación de Distribuidores de Energía de la República Argentina
AFV	Agro Fotovoltaica
AMBA	Área Metropolitana de Buenos Aires
APREBA	Asociación de Prestadores Eléctricos de la Provincia de Buenos Aires
AUPU	Agricultura Urbana y Periurbana
CADER	Cámara Argentina de Energías Renovables
CD	Comportamientos Disruptivos
DA	Ministerio de Desarrollo Agrario de Provincia de Buenos Aires
DNCC	Dirección Nacional de Cambio Climático
DPE	Dirección Provincial de Energía, Provincia de Buenos Aires.
DTU	Universidad Técnica de Dinamarca
EAP	Explotaciones Agropecuarias
EEA	Estación Experimental Agropecuaria

EERR	Energías Renovables
ETA	Escuelas técnicas Agrícolas
FEDECOBA	Federación de Cooperativas de Electricidad y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires
FREBA	Foro Regional Eléctrico de Buenos Aires
FREBA	Foro Regional Eléctrico Buenos Aires
GBA	Gran Buenos Aires
GE	Generadores de Energía
GEI	Gases de Efecto Invernadero
ICAT	Initiative for Climate Action Transparency
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
LTS	Estrategia de desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero a largo plazo
MATER	Mercado a Término
MAyDS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible.
OPDS	Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible

PPA	<i>Power Purchase Agreement</i>
PROINGED	Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida
REDAE	Red de Agroecología
SADI	Sistema Argentino de Interconexión
SE	Secretaría de Energía de la Nación
TD	Tecnologías Disruptivas
UTT	Unión de Trabajadores de la Tierra