

**EL PROGRAMA DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA SOLAR TÉRMICA (PRODIST).  
ALCANCES Y LIMITACIONES DE UNA POLÍTICA PÚBLICA EXPLÍCITA PARA LA  
TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN ARGENTINA.**

Santiago Garrido<sup>1</sup>, [santiago.garrido@unq.edu.ar](mailto:santiago.garrido@unq.edu.ar), <https://orcid.org/0000-0002-8851-9418>

Jorge Chemes<sup>2</sup>, [jorgechemes@yahoo.com.ar](mailto:jorgechemes@yahoo.com.ar), <https://orcid.org/0009-0002-4559-9830>

Pablo Bertinat<sup>2</sup>, [pablobertinat@gmail.com](mailto:pablobertinat@gmail.com)

1. Universidad Nacional de Quilmes

2. Universidad Tecnológica Nacional

**Submitted: 04/12/2023. Accepted: 09/04/2024**

**RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es analizar el proceso de diseño e implementación del programa de desarrollo de la industria solar térmica (PRODIST) en Argentina, evaluando sus alcances y limitaciones desde un abordaje de análisis de política. Este programa, que fue desarrollado por el Ministerio de Desarrollo Productivo en 2021, se presenta como una alternativa que propone fortalecer la producción de termotanques solares nacionales alineando la reducción de emisiones y el gasto energético de los hogares, ahorro fiscal en subsidios a la energía y de divisas por reducción de importaciones, con la expansión de un sector industrial de capitales nacionales, y conformado principalmente por pequeñas y medianas empresas.

El trabajo fue realizado a partir de un análisis de tipo cualitativo de información obtenida a partir de entrevistas en profundidad a diferentes actores involucrados en el programa, observación participante en diferentes etapas del proceso de implementación del mismo y revisión de documentación. De este modo, se pudo reconstruir el proceso de diseño e implementación del programa puntualizando sus logros, analizando las dificultades que enfrenta y evaluando los desafíos que tiene de cara al futuro en el marco de la transición energética en Argentina.

**PALABRAS CLAVE:** energía solar térmica, transición energética, políticas públicas, desarrollo productivo

**The solar thermal industry development program (prodist). Scope and limitations of an explicit public policy for energy transition in argentina.****ABSTRACT**

The objective of this article is to analyze the design and implementation process of the solar thermal industry development program (PRODIST) in Argentina, evaluating its scope and limitations from a policy analysis approach. This program, which was developed by the Ministry of Productive Development in 2021, is presented as an alternative that proposes to strengthen the production of national solar water heaters by aligning the reduction of emissions and household energy expenditure, fiscal savings in energy subsidies and foreign currency by reducing imports, with the expansion of an industrial sector with national capital, and made up mainly of small and medium-sized companies.

The work was carried out based on a qualitative analysis of information obtained from in-depth interviews with different actors involved in the program, participant observation at different stages of the implementation process, and review of documentation. In this way, it was possible to reconstruct the design and implementation process of the program, pointing out its achievements, analyzing the difficulties it faces, and evaluating the challenges it faces in the future within the framework of the energy transition in Argentina.

**KEYWORDS:** solar thermal energy, energy transition, public policies, productive development

## 1. INTRODUCCIÓN

La transición energética se ha convertido en la principal iniciativa global para cumplir con las metas climáticas asumidas por la mayoría de las naciones del mundo. Pero, además, también es presentada como una nueva narrativa de cambio que, entre otras cosas, puede ser una ventana de oportunidad para el desarrollo socioeconómico de países del sur global. Una de las principales iniciativas asociadas a la transición energética es el desarrollo de energías renovables que reviertan la dependencia en el uso de fuentes de energía fósil como el carbón, petróleo y gas.

En el caso particular de Argentina, las políticas orientadas a promover un proceso de transición energética sustentable se ofrecen para resolver problemáticas asociadas a la reducción de importaciones de energía con su consecuente salida de divisas, pero también evitar mayores costos fiscales provocados por el pago de subsidios (Secretaría de Energía, 2023).

Frente a estos desafíos, avanza un consenso sobre la necesidad de desarrollar políticas públicas que orienten un proceso de transición energética que garantice sistemas de producción, distribución y consumo de energía ambientalmente sustentables, pero sin limitar el acceso a bienes y servicios esenciales entre los sectores de bajos ingresos. En este contexto, el Programa de Desarrollo de la Industria Solar Térmica (PRODIST) impulsado por el entonces Ministerio de Desarrollo Productivo en 2021, se presenta como una alternativa que busca superar las contradicciones presentadas.

Los termotanques solares permiten reducir significativamente el consumo de gas y/o electricidad (según la fuente de energía que se utiliza para calentamiento de agua). En Argentina se fabrican estos equipos desde hace décadas por parte de pequeñas y medianas empresas (pyme) distribuidas en diferentes provincias. Es un sector pequeño en términos de producción y facturación, pero con mucho potencial de crecimiento, que debe competir con equipos importados (en su mayoría de origen chino) con tecnología de tubo de vidrio evacuado que suelen ser más económicos aunque de baja calidad en muchos casos.

El PRODIST, entre 2021 y 2023, se propuso fortalecer la producción de termotanques solares nacionales articulando diferentes políticas y áreas del Estado para impulsar la demanda a través de la compra pública, la mejora de la calidad de los equipos, líneas de financiamiento productivo, procesos de capacitación y también el estímulo de la demanda privada. De este modo, el programa buscó alinear reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI), acceso al agua caliente para uso sanitario, reducción del gasto energético para los hogares, ahorro fiscal en subsidios a la energía, ahorro de divisas por reducción de importaciones, desarrollo y expansión de un sector industrial de capitales nacionales y conformado principalmente por empresas pymes (Arraña *et al.*, 2022).

El objetivo de este trabajo es analizar el proceso de diseño e implementación del PRODIST en Argentina (2021-2023) evaluando sus alcances y limitaciones.

## 2. ABORDAJE TEÓRICO

En los últimos veinte años, muchos países de América Latina avanzaron con políticas públicas que buscaron delinear procesos de transición energética. En la mayoría de los casos, la transición energética fue traducida como un proceso de sustitución tecnológica y modificación de matrices de generación fundamentalmente en el sector eléctrico. Estas políticas reproducen en gran medida las características del régimen socio-técnico (Garrido y Recalde, 2022) dominante (el cual se buscaba modificar). Algunos de los aspectos que se mantienen son: (1) la alta concentración de la propiedad de la generación, el transporte y la distribución; (2) el marco regulatorio surgido de las reformas neoliberales de finales del siglo XX; y (3) las grandes unidades de generación. Además, estas políticas tampoco revirtieron las dificultades de acceso a la energía, generando un aumento de la pobreza energética (Bertinat, 2016). Esta continuidad no se debe necesariamente al fracaso de las políticas implementadas, sino que en muchos casos es producto de su éxito.

La mayoría de las políticas de promoción y desarrollo de energías renovables son analizadas y evaluadas a partir de los resultados en función a los objetivos planteados. Cuando cuantitativamente no se alcanzan los resultados esperados, se empiezan a aplicar explicaciones que suelen reducirse a deficiencias de diseño (Bersalli *et al.*, 2018), lo que expresa una conceptualización determinista de los procesos de hechura de las políticas (*policy making*). En otros casos, se identifican limitaciones externas que suelen denominarse como condiciones de entorno o diferentes tipos de barreras (Recalde *et al.*, 2015; Bersalli, 2016).

Para romper este tipo de conceptualizaciones, el trabajo aplica un enfoque basado en la ciencia política anglosajona que propone una reconstrucción de los procesos de hechura de políticas públicas y de toma de decisiones (*decision making*) estableciendo una distinción entre políticas (*Policy*) y Política (*politics*) (Hogwood y Gunn, 1984; Ham y Hill, 1993).

Las políticas públicas pueden definirse como el conjunto de decisiones, acciones y omisiones, llevadas a cabo por agentes estatales o gubernamentales en relación a problemas que actores de la sociedad civil o gubernamentales definen como públicos. Asimismo, el abordaje utilizado propone reconstruir el proceso de diseño e implementación de políticas públicas con la participación de múltiples actores de forma dinámica y contingente (Bortz, 2018).

En el caso concreto de las omisiones, se propone la definición de *non decision-making* para dar cuenta de situaciones en las que los valores dominantes, las reglas del juego aceptadas, las relaciones de poder entre grupos y los instrumentos de fuerza –solos o combinados– efectivamente previenen algunas cuestiones de desarrollarse en asuntos que convoquen a la toma de decisiones (Bachrach y Baratz, 1963). Esto se diferencia de la decisión de no actuar sobre un tema o “decidir no decidir” en que en los asuntos ni siquiera se vuelven objeto de toma de decisión.

Para complementar el análisis de este tipo de problemática en el caso de la energía solar térmica en Argentina, se propone incorporar la distinción entre las políticas explícitas e implícitas planteadas por Amílcar Herrera (Herrera, 1995 [1971]). Para el autor, las políticas explícitas están vinculadas a la política oficial que se expresa en leyes, reglamentos, planes de desarrollo y declaraciones gubernamentales. Las políticas implícitas, en cambio, son las relacionadas a la demanda real de conocimiento científico-tecnológico del “proyecto nacional” vigente. Estas políticas son más difíciles de identificar porque no tienen estructuración formal (Herrera 1995:125). En el análisis de Herrera, el “proyecto nacional” es el conjunto de objetivos, el modelo de país que imponen los sectores que detentan el poder económico y político.

Las reflexiones de Herrera fueron desarrolladas en un contexto histórico y político muy particular, cruzado por los debates de la década de 1970 sobre desarrollo, dependencia y revolución. Sin embargo, el concepto de política implícita y explícita puede ser revisitado en la actualidad con algunas adecuaciones. Puntualmente, para este trabajo se propone aplicar la noción de políticas implícitas al conjunto de políticas que tienen algún nivel de influencia en los procesos de desarrollo de energías renovables (excluyendo las políticas específicamente de energía). Por ejemplo, en el caso del análisis del PRODIST se pueden considerar las políticas en comercio exterior, hábitat o ambiente.

### 3. METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se basó en una metodología cualitativa de relevamiento y estudio de caso, orientada al análisis de los procesos de diseño e implementación de políticas públicas. Ésta se inserta dentro de las metodologías cualitativas o “no estándar” de investigación (Marradi, Archenti y Piovani, 2007), cuyo objetivo es comprender en profundidad las prácticas de los actores y los significados y representaciones involucradas. Se eligió para esta investigación un diseño de investigación interactivo, con una estructura interconectada y flexible (Vasilachis de Gialdino, 2006), en el cual las decisiones iniciales pudieran ser replanteadas en consideración de los emergentes del trabajo de campo y del análisis documental. En este marco el trabajo de investigación se realizó en tres niveles:

En un primer nivel, se trabajó a partir de entrevistas en profundidad a diferentes actores involucrados en el programa (coordinadores, integrantes del equipo de trabajo y funcionarios de ministerios nacionales). La información recolectada fue contrastada con material documental

generado en el marco del programa (documentos técnicos, convenios, normas técnicas). Sobre esta información se realizó un primer análisis del proceso de toma de decisiones y *policy making*, a partir de la interpretación de los actores involucrados en esta primera muestra.

En un segundo nivel, se entrevistó a funcionarios de institutos de la vivienda provinciales y referentes del sector productivo (fabricantes de termotanques). La información recolectada fue cruzada con la obtenida de pliegos licitatorios e informes técnicos (informes de avance, documentos de trabajo, etc.) elaborados en el marco del programa. Asimismo, durante esta etapa se sumó la información obtenida a partir de la observación participante de los autores de reuniones de trabajo internas del equipo técnico del programa y diferentes reuniones funcionarios de las áreas de vivienda de diferentes provincias y fabricantes. A partir del análisis de esta segunda muestra, se pudo contrastar los procesos de toma de decisión ya analizados con proceso de *non decision-making*.

Finalmente, en un tercer nivel, se realizó un análisis integrador buscando reconstruir las dinámicas de toma de decisiones y *policy-making* desarrolladas en el marco del programa identificando procesos de *non decision-making* y tensiones entre políticas explícitas e implícitas desarrolladas a lo largo de la implementación del PRODIST.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Desarrollo de la industria solar térmica en Argentina

El desarrollo de la energía solar térmica en Argentina tiene una larga trayectoria de más de 50 años. Desde la década de 1970, múltiples grupos de investigación desarrollaron prototipos y realizaron diferentes trabajos de experimentación sobre el tema a lo largo de todo el país. Asimismo, desde mediados de la década de 1970 existen en el país empresas fabricantes de equipos de calentamiento de agua para uso sanitario (Follari y Fasulo, 1998).

En los últimos 20 años, este sector experimentó una significativa expansión y tuvo como contrapartida el apoyo de algunas políticas públicas. Por ejemplo, en 2009 el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) inauguró una Plataforma de Energía Solar Térmica en el que se comenzaron a ensayar equipos de fabricación nacional y en 2017 también comenzó a realizar un Censo de Energía Solar Térmica de forma periódica. Estas iniciativas permitieron consolidar una base de información de fabricantes, distribuidores e instaladores de equipos solares térmicos que operan en el país además de una actualización de las instalaciones realizadas (Sabre et al., 2021).

En paralelo, diferentes provincias impulsaron proyectos de incorporación de termotanques solares en viviendas entre los que se puede destacar el programa “Un sol para tu techo” en Santa Fe. Este programa consistía en la creación de una línea de créditos blandos a través del Banco de Santa Fe para la adquisición y colocación de termotanques solares de fabricación nacional. Para ello se elaboró un registro de proveedores e instaladores habilitados para acceder al crédito. Este programa fue impulsado y coordinado por la Subsecretaría de Energías Renovables de la Provincia cuyos funcionarios reconocen una serie de dificultades en su ejecución. Uno de los problemas identificados es la falta de visibilidad que tuvo el programa entre los potenciales usuarios. La publicidad oficial y del banco no logró generar interés de la población en los beneficios de acceder a un crédito para adquirir un termotanque solar (en términos de ahorro energético) y un diseño cerrado de tipo *top-down* de la política pública (Chemes et al., 2016).

En comparación con otras energías renovables, el sector solar térmico en Argentina es uno de los más dinámicos en términos de producción industrial nacional, ya que cuenta con varias empresas, algunas de ellas de reciente creación y otras con 30 años en el sector (Sabre et al., 2021). El sector fotovoltaico no cuenta con desarrollo de producción local, salvo en la etapa de inversores de tensión, donde existen pocos fabricantes de inversores fuera de red (*off grid*) como ser el caso de QMAX. Por otro lado el sector mini eólico para generación de energía eléctrica posee una base de fabricantes con potencia entre 0,6 y 4,5 kW que se mantiene sin crecimiento debido al bajo grado de integración de esta tecnología en sistemas de generación distribuida que es dominado por el sector fotovoltaico (Duzdevich, J. y Martín, 2011; Energía Estratégica, 2016; Belmonte et al., 2018; J. P. Duzdevich et al., 2013). Según los datos recabados por el último censo realizado por el INTI, para el año 2019

había en el país 21 empresas fabricantes de equipos de calentamiento de agua con energía solar térmica (Tabla 1). Este número incluye la producción de termotanques solares para calentamiento de agua caliente sanitaria domiciliaria, sistemas de climatización de piscinas, calefacción, aprovechamiento industrial e instalaciones comerciales. Estas empresas se distribuyen en 9 provincias a las que se suman otras 100 empresas dedicadas a brindar servicio técnico e instalaciones desplegadas en 16 provincias (Sabre *et al.*, 2021).

En el rubro de termotanques solares de uso residencial, la producción nacional sigue representando un porcentaje muy bajo del total de los equipos comercializados en el país (el 22% del mercado de acuerdo con último censo publicado por el INTI) (Sabre *et al.*, 2021). En términos generales, el sector está conformado por empresas pyme a las que le cuesta competir con equipos de origen importado en un mercado que, hasta hace muy poco tiempo no estaba totalmente normalizado en términos de requisitos técnicos. Esta falta de normalización técnica era claramente perjudicial para los fabricantes nacionales y para los usuarios de equipos importados de baja calidad.

**Tabla 1. Empresas fabricantes de equipos de energía solar térmica relevados por el INTI (2019)**

	<b>Empresa</b>	<b>Provincia</b>	<b>Localidad</b>
1	Solinger	Buenos Aires	Lanús
2	Tecnogreen	Buenos Aires	Del Viso
3	Genera Renovables	Buenos Aires	Lomas del Mirador
4	Vademarco	Buenos Aires	Valentín Alsina
5	Alumvitec	Buenos Aires	Lomas de Zamora
6	Argenteco	Buenos Aires	City Bell
7	Vetak	Chaco	Puerto Tirol
8	Heiz	Córdoba	Córdoba
9	Inclusol	Córdoba	Villa Nueva
10	Febo Asoma	Córdoba	Unquillo
11	Jujuy Solar	Jujuy	Palpalá
12	Industrias ASA	Mendoza	Luján de Cuyo
13	Energe	Mendoza	Maipú
14	Solutec	Mendoza	Mendoza
15	Sungreen	Salta	Salta
16	Electrónica Centro	San Juan	San Juan
17	Este Solar SAS	San Juan	Santa Lucía
18	Innovar Srl.	San Luis	San Luis
19	INNSolar – Innovaciones Solares	Santa Fe	Santa Fe
20	Montajes industriales	Santa Fe	Rosario
21	Energía Solar Santa Fe	Santa fe	Santa Fe

Fuente: Sabre *et al.* (2021)

Una de las principales diferencias entre los equipos de fabricación nacional y los importados (en su mayoría de origen chino) es la tecnología utilizada. A grandes rasgos se pueden identificar tres tipologías diferentes de termotanques solares según sus sistemas de captación y materiales con los que están contruidos: 1) colectores de placa plana -Imagen 1-, 2) colectores de caños de material plástico -Imagen 2-, y 3) colectores de tubos evacuados de vidrio -Imagen 3-.

La amplia mayoría de los equipos producidos en el país son de colector de tipo placa plana, aunque hay tres empresas que fabrican equipos plásticos. Casi la totalidad de los equipos de tubos evacuados de vidrio son de origen importado, aunque en el último año surgieron unas pocas empresas que ensamblan este tipo de equipos produciendo localmente los tanques de acumulación de agua.

### **Imagen 1. Termotanque solar de placa plana de acero inoxidable**



Fuente: Möhle (2022)

**Imagen 2. Termotanque solar plástico**



Fuente: Jujuy al momento.com (2017)

**Imagen 3. Termotanque solar con tubos evacuados de vidrio**



Fuente: Erbes (2022)

En el año 2018, la Secretaría de Comercio del Ministerio de Producción aprobó la Resolución N°520/2018. Esta norma fue impulsada por las gestiones de la Cámara Argentina de Fabricantes de Equipos de Energía Solar Térmica (CAFEEST), el INTI y otras instituciones de ciencia y técnica. La normativa regula la comercialización de cualquier termotanque solar (importado o nacional) y se exige el cumplimiento de requisitos técnicos mínimos a través de ensayos realizados por laboratorios certificados.

#### 4.2. El Programa de Desarrollo de la Industria Solar térmica (PRODIST)

La energía solar térmica, a diferencia de otras opciones de energía renovable, no cuenta con instrumentos de fomento a nivel nacional (como los presentados en el apartado anterior). Sólo existen algunas iniciativas provinciales como la ya mencionada de la provincia de Santa Fe. Las pocas iniciativas existentes se reducen a la oferta de créditos (más o menos blandos) que siguen concentrando el acceso a este tipo de tecnología en sectores de ingreso alto y medio-alto. De este modo, esta tecnología sigue estando fuera del alcance de los sectores de bajos ingresos en los que la adopción de este tipo de artefactos tendría un mayor impacto. Sobre todo en sectores de la población que no cuentan con acceso a redes de gas natural.

En este contexto, en el año 2020, el Ministerio de Desarrollo Productivo (MDP) comenzó a diseñar el PRODIST como una política nacional de fomento para la producción y el uso de equipos de calentamiento solar de agua para uso sanitario. El programa inició como una línea de trabajo de la Dirección Nacional de Generación Eléctrica de la Secretaría de Energía cuando esta secretaría dependía del MDP. En su primera versión, el programa proponía estimular la demanda a través de diferentes acciones: líneas de crédito con tasa subsidiada para compra de equipos y subsidios para la instalación de equipos en hogares de sectores vulnerables.

Entre los fundamentos que se presentaron para la implementación de este programa se destacan algunas estimaciones de ahorro energético, fiscal y de dólares por reducción de importaciones de gas. El consumo energético requerido para el calentamiento de agua de uso sanitario en Argentina (sólo considerando a los usuarios de gas natural y GLP) es de aproximadamente 16 millones de m<sup>3</sup>/día de gas equivalente (Gil et al., 2015). A ese consumo se deben sumar los 6 millones de m<sup>3</sup>/día de los usuarios comerciales y entes oficiales en el mismo rubro. Por lo tanto, la energía usada en calentamiento de agua en la Argentina es cercana a los 22 millones de m<sup>3</sup>/día de gas equivalente (8030 millones de m<sup>3</sup> de gas equivalente por año). Esto representa, prácticamente, el mismo volumen de gas que el país importó durante el año 2022 (Bertinat y Chemes, 2022).

La iniciativa surgió de algunos expertos con formación técnica que fueron incorporados a la nueva gestión iniciada en diciembre de 2019 con la asunción de Alberto Fernández como presidente, luego de la gestión de Mauricio Macri. Estos funcionarios venían trabajando con fabricantes locales en el diseño de políticas para presentar y proponer a diferentes áreas de gobierno nacionales y

provinciales. Sin embargo, habían logrado poca respuesta y habían enfrentado la capacidad de presión de otro tipo de expertos que consideraban más eficientes y económicos a los termotanques solares importados.

La propuesta inicial, quedó virtualmente suspendida en septiembre de 2020, en buena parte debido a que la secretaría de energía pasó a depender del Ministerio de Economía. Recién a mediados de 2021 la idea fue retomada desde el MDP a partir de la firma de un convenio con el Ministerio de Desarrollo Territorial y Hábitat (MDTyH). El nuevo formato del programa se proponía impulsar la incorporación de sistemas de calentamiento de agua para uso sanitario en las viviendas que formaban parte del programa federal de vivienda Casa Propia, siendo este una iniciativa del gobierno nacional que tuvo como objetivo brindar a familias argentinas acceso a viviendas a través de líneas de crédito asequibles y de fácil acceso. Este programa fue la principal política pública nacional orientada a reducir el déficit habitacional en el país y fomentar la equidad en el acceso a la vivienda en todas las regiones.

Asimismo, el programa fue incluido dentro de las acciones impulsadas por el MDP en el Plan de Desarrollo Productivo Verde creado a través de la resolución 352/2021, que incluía entre sus objetivos promocionar el uso de las energías renovables y la producción de equipamiento nacional para su aprovechamiento. Este plan fue presentado oficialmente en un acto que tuvo la presencia de los ministros del MDP y del MDTyH lo que confirma la relevancia que tenía el PRODIST dentro del mismo. De esta manera, el PRODIST era incorporado como una de las políticas públicas explícitas que impulsaba el gobierno nacional para promover el desarrollo sustentable en términos ambientales, que se contraponía con muchas otras implícitas y explícitas que promovían las prácticas productivas convencionales (por ejemplo, relacionadas al desarrollo de la explotación de hidrocarburos no convencionales)<sup>1</sup>.

En el marco de este convenio, el PRODIST asistió a las diferentes provincias responsables de elaborar los pliegos de licitación de las obras vinculadas al programa para incorporar requerimientos técnicos de los equipos solares térmicos a instalar. En particular se definió que los equipos a instalar fueran termotanques solares compactos de placa plana que cumplieran los requisitos técnicos establecidos por la Resolución N°753/2020 de comercio interior. Además, se recomendó que fueran sistemas de calentamiento indirecto debido a las diferentes calidades de agua existentes en las diferentes provincias. En el caso de este tipo de sistemas, el fluido que circula en los colectores (donde se capta el calor del sol) no es el agua que se acumula en los tanques para uso humano. El fluido que circula por el colector (que puede ser agua destilada, glicol u otro tipo de sustancia) circula por una serpentina o camisa que calienta el agua acumulada en los tanques a través de un proceso de intercambio de calor. La preferencia por este tipo de sistemas se debe al alto contenido de sarro que suele encontrarse en el agua subterránea. Se incluyó también la sugerencia de que la cobertura de los captadores sea de vidrio y no de policarbonato como habitualmente se utilizaba.

Asimismo, en el marco del proyecto se realizaron diferentes instancias de capacitación para funcionarios e inspectores de los institutos de vivienda provinciales (IPV) para generar las capacidades necesarias para el diseño y la integración arquitectónica de la energía solar térmica, la elaboración de los pliegos de licitación y para el control de las obras realizadas por las empresas constructoras. En algunas provincias también se realizaron cursos de capacitación para las empresas constructoras que incluyeron módulos prácticos de instalación de los termotanques solares. Para descentralizar las capacitaciones, en todos los casos se convocaron a especialistas en la materia de diversas universidades e instituciones de cada provincia donde se realizaron capacitaciones y

---

<sup>1</sup> En 2020, por ejemplo, se lanzaba el Plan de Promoción de la Producción del Gas Natural Argentino, mejor conocido como Plan Gas.Ar, que ofrecía incentivos para aumentar la producción de gas no convencional a través del DNU 892/2022.

entrenamientos. De este modo, los técnicos y especialistas locales compartieron saberes con el grupo capacitador del PRODIST y posteriormente han brindado apoyo en diversas situaciones.

El convenio con el MDTyH, produjo un cambio radical en la demanda nacional de equipos solares térmicos que provocó un enorme desafío para el sector productivo. Al inicio del PRODIST, los fabricantes de termotanques solares se encontraban con niveles críticos de operatividad. La demanda de equipos en 2019 ascendía a 5.000 unidades, pero en el marco de la pandemia del COVID 19 había caído a una demanda casi inexistente durante el año 2020 y 2021.

En una primera etapa, se planteó la necesidad de fortalecer la operatividad de empresas integrantes de la CAFEEST (Tabla 2) para lograr una producción total aproximada de 30.000 equipos al año (lo que significaba sextuplicar la producción de 2019). Esta cámara de fabricantes está conformada por empresas que se especializan en la fabricación de equipos de placa plana excluyendo otro tipo de fabricantes y ensambladores.

Las perspectivas de aumento exponencial de la demanda, obligó a las empresas integrantes de la CAFEEST a adaptarse al nuevo escenario mejorando sus capacidades técnicas y operativas. El PRODIST se encargó de la realización de diferentes instancias de asesoramiento técnico-productivo para la puesta a punto de líneas de producción, rediseño de los equipos de acuerdo a estándares de calidad y a los procesos de fabricación.

**Tabla 2. Empresas integrantes de la CAFEEST**

	<b>Empresa</b>	<b>Provincia</b>	<b>Localidad</b>
1	Genera Renovables	Buenos Aires	Lomas del Mirador
2	Vademarco	Buenos Aires	Valentín Alsina
3	Vetak	Chaco	Puerto Tirol
4	Febo Asoma	Córdoba	Unquillo
5	Energe	Mendoza	Maipú
6	Innovar Srl.	San Luis	San Luis
7	INNSolar – Innovaciones Solares	Santa Fe	Santa Fe
8	Montajes Rosario	Santa Fe	Rosario

Fuente: CAFEEST (2022)

Además, el programa facilitó el acceso de las empresas a diferentes instrumentos de financiamiento del MDP con formato de aportes no reembolsables o créditos con tasa subsidiada. Cómo se puede observar el PRODIST no generó ningún instrumento específico para el sector solar térmico, sino que asistió a las empresas para que puedan aplicar a las líneas de financiamiento ya existentes que tienen convocatorias periódicas para todo el sector industrial pyme.

De acuerdo a los informes producidos por el programa, el aprovechamiento de este tipo de instrumentos fue dispar entre las empresas participantes. En algunos casos, hubo empresas que aplicaron a todos los instrumentos disponibles e incorporaron nuevas maquinarias que mejoraron significativamente el nivel de producción. Sin embargo, hubo otras que no pudieron aprovechar este tipo de beneficios<sup>2</sup>. Sin embargo, a partir de entrevistas realizadas y proceso de observación participante en reuniones de trabajo, se destaca que todos los fabricantes valoran positivamente al PRODIST por el aumento de la demanda y la posibilidad de tener un canal de diálogo (al menos indirecto) con los institutos de vivienda provinciales (OES, 2024:37).

---

<sup>2</sup> Son heterogéneos los fundamentos para no acceder a dichos beneficios. En algunos casos se manifestaban interesadas pero no accionaban los trámites burocráticos, en otros casos por decisión de no comprometerse a crecer en capacidad y dudas frente a la continuidad de políticas de promoción.

La expresión del impacto del programa por parte de los fabricantes era considerablemente homogénea, por ejemplo uno de ellos resaltaba<sup>3</sup>:

“Hemos quintuplicado la cantidad de empleados y multiplicado por ocho la capacidad de producción en los últimos 5 meses, esto por la introducción de bienes de capital y por la demanda sostenida que surge por la incorporación en viviendas sociales” (Fabricante 1, comunicación personal, 2023).

Otro de los fabricantes profundizaba

“La realidad de nuestra empresa, debido a la incorporación de equipos solares térmicos en las viviendas construidas por los IPV en la Argentina, nos ha permitido incrementar notoriamente la producción de termotanques solares y abastecer una demanda de la cuál no había antecedentes al momento. Genera un efecto positivo en nuestra producción el PRODIST y las perspectivas son muy buenas si continua esta política, esto no permitirá fabricar más y mejor con más personal” (Fabricante 2, comunicación personal, 2023).

En todos los casos, el crecimiento de la fabricación junto al impacto en los puestos de trabajo creados fue resaltado, aquí el testimonio de otro fabricante:

“Pasamos de 10 equipos por mes en 2021 a 120 equipos por mes en 2022 y a más de 300 en 2023, el PRODIST ha sido clave en este desarrollo, ya que logró una demanda permanente de equipos que no existía en el país” (Fabricante 3, comunicación personal, 2023).

A pesar de todos los esfuerzos realizados, se hizo evidente que la capacidad productiva de las empresas fabricantes existentes no iba a ser suficiente para abastecer la demanda creciente generada exclusivamente por las obras asociadas al programa Casa Propia del MDTyH. Es por ello que los responsables del PRODIST avanzaron en el desarrollo de nuevos proveedores de equipos.

En este aspecto se destaca el caso de una empresa que se dedicaba a ensamblar equipos importados de tecnología de tubos evacuados que decidieron iniciar la producción de equipos de placa plana con asistencia técnica del PRODIST. Esta empresa tomó la decisión para cumplir con los requisitos técnicos exigidos en los pliegos licitatorios y poder convertirse en proveedores para las obras del programa Casa Propia.

Otro logro reivindicado por los responsables del PRODIST fue el desarrollo de proveedores nacionales de algunos componentes que antes eran importados. Tal es el caso de los controladores electrónicos que utilizan los equipos híbridos que complementan los sistemas de calentamiento solar con resistencias eléctricas. De este modo, se sumaron como fabricantes especializados en estos componentes dos empresas, ESP y Tecnogreen (OES, 2023).

#### **Imagen 4: Controladores electrónicos de fabricación nacional**

---

<sup>3</sup> Los testimonios citados fueron recolectados en comunicaciones personales realizadas con fabricantes en el marco de una reunión de trabajo realizada en el marco del PRODIST en la sede del INTI de la localidad de San Martín (provincia de Buenos Aires) el día 6 de julio de 2023.



Fuente: OES (2023)

Un aspecto clave del programa es el desarrollo de las capacidades técnicas y productivas de la industria nacional que garantice la calidad del diseño y fabricación de los equipos. Para ello, se estableció un trabajo articulado con el INTI. Esta institución realiza los ensayos establecidos por las normas vigentes de carácter obligatorio sobre los equipos fabricados y otorga la certificación correspondiente. Para mejorar las capacidades de testeo y control de calidad, el INTI aceleró sus planes de construcción de un laboratorio acorde y equipado para brindar el servicio de ensayo y certificación a la industria solar térmica.

Los resultados obtenidos por el programa en un año de existencia resultaron muy alentadores para el sector productivo. Todas las empresas vinculadas al programa aumentaron su producción, tomaron más personal e incorporaron nueva maquinaria (esto último con el apoyo de los instrumentos de financiamiento del MDP). Tal como da cuenta el informe de desempeño del PRODIST “al comienzo del PRODIST, las empresas fabricantes sumaban 102 empleos y tenían una capacidad de producción estimada en 7.800 equipos/año. A finales del 2023, las empresas declararon contar con 151 empleados, y una capacidad productiva anual de 11.784 equipos/año, es decir, un incremento del empleo del 48% y del 56% de la capacidad productiva” (OES, 2023: 31).

Pero además, produjo una mejora técnica de los equipos producidos con la incorporación de recomendaciones realizadas por parte del equipo de profesionales técnicos del programa. Estas mejoras técnicas fueron incorporadas gracias a los ensayos requeridos por la resolución de comercio interior, pero también por los requerimientos establecidos en los pliegos de licitación del programa Casa Propia.

Estas condiciones no sólo obligaron a las empresas fabricantes nacionales de termotanques solares a realizar mejoras en sus equipos, también convencieron a empresas ensambladoras de iniciar la fabricación de equipos con colectores de placa plana reemplazando la importación de tubos evacuados. De este modo, el PRODIST construyó un tipo de demanda a través de los requerimientos técnicos que potenció la producción nacional de termotanques solares en volumen y calidad.

Todo el trabajo realizado por el grupo que lleva adelante el programa se articuló con escasos recursos. En términos formales, el PRODIST opera como una consultoría a cargo de un equipo de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Facultad Regional Rosario contratada por parte del Ministerio de Economía del cual depende la Secretaría de Producción. Es así que, todas las acciones del programa fueron impulsadas por técnicos especializados de la UTN sin formar parte de la estructura del Ministerio. Hasta el momento, el programa no fue oficializado, ni cuenta con una resolución de creación formal. De este modo, su continuidad como política pública está atada a la decisión de renovar el contrato de consultoría, lo cuál ha sido manifestado como una preocupación por los integrantes de CAFEEST.

Paradójicamente, esta situación le da al programa una flexibilidad y margen de maniobra significativo ya que funciona como un ente independiente de las decisiones de las autoridades del Ministerio. Sin embargo, esta situación irregular limita la visibilidad de sus acciones y por lo tanto su alcance.

Puntualmente, los desafíos a futuro, relacionados a la incorporación de nuevos fabricantes, se presentan como una barrera que requiere una mayor legitimidad institucional de las políticas públicas. La institucionalización del programa resulta ser un paso clave en ese sentido.

## 5. DISCUSIÓN

En términos cuantitativos, el PRODIST presenta resultados notables que todos los actores involucrados reconocen como positivos, sobre todo en términos de producción y generación de empleo por parte de fábricas nacionales. Al comienzo del programa, las empresas fabricantes empleaban un total de 102 trabajadores y tenían una capacidad de producción de 7800 equipos/año. Para finales del año 2023, la capacidad productiva fue 11.784 equipos/año con un total de 151 trabajadores, incrementando ambos indicadores respecto al inicio del programa (PRODIST, 2023).

A estas cifras de generación de empleo, se deben sumar los relacionados a las actividades de instalación y mantenimiento de los equipos que requieren contar con conocimientos adecuados. Para ello, el programa llevó a cabo un plan de capacitaciones para funcionarios, técnicos y personal de empresas constructoras involucradas con el plan Casa Propia en 22 provincias (de un total de 24).

Las debilidades del programa se asocian fundamentalmente a la falta de coordinación en los diversos niveles ejecutivos como nación-provincias-municipios que han mostrado al momento una problemática articulación. El principal ejemplo de este tipo de dificultades quedó expresada en la falta de adecuación de los pliegos licitatorios a los nuevos requerimientos técnicos orientados para promover el uso de termotanques solares de placa plana. En muchos casos, los IPV no modificaron los pliegos a tal punto que, en algunas provincias, continuaron solicitando equipos de tubo de vacío, inclusive de mala calidad. En otras ocasiones, los IPV directamente se negaron a incorporar termotanques solares en las viviendas. Otro problema de articulación se produjo en provincias como la de Buenos Aires o Córdoba, donde la toma de decisiones es delegada en los municipios.

Asimismo, los coordinadores del programa recibieron de forma constante pedidos de excepción a la norma que permita la instalación de termotanques de tubos de vacío por parte de los IPV por el reclamo de constructoras que acusaban problemas de abastecimiento de equipos de placa plana. Este tipo de dificultades eran rechazadas por los fabricantes ya que en la amplia mayoría de los casos no recibían pedidos para esas provincias denotando probables maniobras por parte de las empresas constructoras por direccionar las compras y lobby por parte de las principales empresas importadores de termotanque solares

Estas dificultades experimentadas en el marco del PRODIST permiten realizar un análisis del proceso de hechura de la política a partir de las posiciones e intereses de los diferentes actores sociales involucrados. En todos los casos, estos actores sociales interpretan y actúan de acuerdo a sus intereses en procesos en los que se combinan decisiones, micro-decisiones y no decisiones.

La coalición que impulsó el programa, conformada por funcionarios de ministerios nacionales (MDP y MDTyH), técnicos organismos públicos de ciencia y tecnología (UTN e INTI) y fabricantes agrupados en la CAFEEST, buscaron alinear a otros actores (IPV y constructoras) en favor de sus intereses. El principal instrumento para lograr esto fue la resolución 753/2020 y la modificación de los pliegos licitatorios. Sin embargo, algunos IPV asumieron una estrategia de no innovar manteniendo la redacción de los pliegos sin modificaciones. Esta postura expresa un claro ejemplo de no toma de decisiones que expresa una postura que opera en favor de los intereses opuesta a la coalición que dinamizó el programa que puede responder a diferentes motivaciones (conflicto entre provincias y nación, protección de proveedores tradicionales, desconfianza en las tecnologías que se buscan implementar, evitar mayores erogaciones).

De este modo, se puede plantear el surgimiento de una coalición opositora a esta política que puede sumar a constructoras, funcionarios de IPV “rebeldes”, importadores de equipos de tubo de vacío. Sus estrategias pueden variar entre la no toma de decisiones anteriormente mencionada, y el pedido de excepciones a las normas establecidas.

Estas dinámicas de resistencia a la implementación de esta política pública dan cuenta de la complejidad que tienen los procesos de diseño e implementación de políticas públicas en materia energética. De este modo, su evaluación no puede limitarse a logros obtenidos (cuantitativos o cualitativos), ni a la identificación de contextos de aplicación o barreras. Es preciso reconstruir y analizarlas en términos de procesos que necesariamente involucran actores sociales que ponen en juego diferentes tipos de intereses.

## 6. CONCLUSIONES

La transición energética hacia sistemas socio-técnicos más sustentables es un proceso inevitable a escala global y que cuenta con pocos cuestionamientos a nivel local. El gran desafío, que todavía habilita espacios de debate, es cómo se debe llevar adelante el proceso y sobre todo cómo revertir las inequidades existentes en el régimen socio-técnico vigente. Esto se puede traducir en cómo asegurar procesos de cambio estructural reduciendo los niveles de exclusión social y garantizando el acceso a bienes y servicios de las amplias mayorías.

En el caso de la Argentina, las políticas orientadas al desarrollo de capacidades científico-tecnológicas y las normativas dirigidas a promover la penetración de las energías renovables en la matriz energética operaron aisladas, muchas veces dispersas y hasta de forma contradictoria. Asimismo, la amplia mayoría de estas políticas fueron sesgadas al reducirse al sector eléctrico.

El PRODIST fue pensado como una política que permitiera avanzar en la reducción de las emisiones de GEI garantizando el acceso al agua caliente para uso sanitario de sectores populares. A diferencia de las políticas implementadas hasta el momento, no se ofrecen incentivos económicos a los sectores de ingresos altos y medios, sino que se ofrece un ahorro energético y económico a sectores de bajos recursos. De este modo, además de ser una política de ahorro energético, es una política de ingresos, ya que cada peso que no se paga en gas natural, electricidad o garrafas, se puede volcar al consumo. También representa un alivio fiscal para el propio estado que puede reducir lo que invierte en subsidios a la energía.

Por otro lado, en su implementación, el PRODIST logró articular hasta el momento diferentes políticas explícitas e implícitas. En particular, se puede observar como el fortalecimiento de este sector industrial particular, en términos de cantidad y calidad, no estuvo relacionado con incentivos convencionales como el acceso a créditos blandos o subsidios. Las empresas tuvieron que mejorar su productividad y la calidad de sus productos finales como respuesta a una política de compra pública y la aplicación de normativas técnicas específicas. De este modo, no fueron las políticas explícitas de energías renovables las principales dinamizadoras de la producción e instalación de sistemas de energía solar térmica, sino las políticas implícitas de vivienda (programa Casa Propia) y comercio interior (resoluciones 520/2018 y 753/2020).

Asimismo, las dificultades experimentadas por el programa en su implementación hicieron evidentes políticas implícitas que operaron en su contra. Estas políticas implícitas se presentaron en formas solapadas como la no toma de decisiones por parte de algunos IPV.

El objetivo principal del programa de expandir el mercado de termotanques solares a nivel nacional puede potenciar la creación de nuevas industrias y empleos (no solo industriales, sino también en instaladores y reparadores). Además, es también una política de sustitución de importaciones gracias a las regulaciones implementadas que promueven la utilización de equipos de fabricación nacional en reemplazo de los importados que todavía están dominando el mercado.

Asimismo, el aumento de escala con nuevos actores productivos (industria de línea blanca, por ejemplo) puede generar un mayor impacto en el ahorro de divisas para el país no sólo por la reducción de importaciones de equipos importados, sino también por el peso específico que puede tener el ahorro energético (menor importación de energía o generación de mayores saldos

exportables). Para ello, es necesario pensar políticas públicas implícitas y explícitas articuladas que permitan promover las transformaciones necesarias en nuestro régimen socio-técnico actual.

## 7. REFERENCES

Arraña, I.; Bertinat, P.; Chemes, J.; Di Ruscio, N. y Garrido, S. (2022): Políticas públicas implícitas y explícitas para la transición energética en la Argentina. El caso del Programa de Desarrollo de la Industria Solar Térmica (PRODIST). *Prácticas del oficio. Investigación y reflexión en Ciencias Sociales*, 1, 29, 39-53.

Bachrach, P. y Baratz, M. (1963). Decisions and Nondecisions: An Analytical Framework. *American Political Science Review*, 57.

Bersalli, G. (2016). El bloqueo tecnológico en el sector eléctrico argentino: barreras a la difusión de nuevas energías renovables. En: C. Guzowski; M. Ibañez Martín y M. Rojas (Comps.). Los desafíos de la política energética argentina. Dunken, Buenos Aires, 55-82.

Bersalli, G.; Hallack, M.; Guzowski, C.; Losekann, L.; Zabaloy, M. F. (2018). La efectividad de las políticas de promoción de fuentes renovables de energía: Experiencias en América del Sur. *Enerlac* 2, 1, 158-174

Bertinat, P. y Chemes, J. (2022). Gas a dieta. Energía solar y eficiencia energética para todos y todas, con fabricación nacional: una real soberanía energética. *El Cohete a la Luna*, 20/3/2022. Disponible en: <https://www.elcohetelaluna.com/gas-a-dieta/>.

Bertinat, P. (2016). Transición energética justa. Pensando la democratización energética. Friedrich Ebert Stiftung, Montevideo.

Disponible en: [https://www.cta.org.ar/IMG/pdf/analissind\\_001\\_bertinat\\_v05\\_final.pdf](https://www.cta.org.ar/IMG/pdf/analissind_001_bertinat_v05_final.pdf).

Belmonte, S. y Franco, J. (Coords.) (2018). Experiencias de energías renovables argentina. Una mirada desde el territorio. EUNSa, Salta.

Duzdevich, J., y Martín, G. (2011). Caracterización del sector industrial de fabricantes de aerogeneradores de baja potencia en la argentina. Intervención del INTI para su fortalecimiento. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 15.

Duzdevich, J. P., Zappa, A., y Martín, G. (2013). 3er Encuentro de Fabricantes Nacionales de Aerogeneradores de Baja Potencia. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

Energía Estratégica, E. (2016, enero 21). Encuentro de la Industria eólica analizó perspectivas, proyectos de ley y utilización de redes inteligentes. Energía Estratégica. <https://www.energiaestrategica.com/encuentro-de-la-industria-eolica-analizo-perspectivas-proyectos-de-ley-y-utilizacion-de-redes-inteligentes/>

Erbes, V. (2022). Más hogares incorporan la energía solar en Entre Ríos. *Uno Entre Ríos*, 6/8/2022. <https://www.unoentrierios.com.ar/mas-hogares-incorporan-la-energia-solar-rios-n2730934.html>

Follari, J. y Fasulo, A. (1998). Veinte años con los calefones solares argentinos. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 5.

Garrido, S. y Recalde, M. (2022). Transición energética justa: una mirada desde América del Sur. En Garrido, S. (Comp.). Transición energética en Sudamérica. Discusión conceptual, políticas públicas y experiencias locales. Lenguaje Claro, Carapachay, 15-64.

Gil, S.; Givogri, P. y Codesiera, L. (2015). El Gas Natural en Argentina. Propuestas Período 2016-20. Cámara Argentina de la Construcción.

Ham, C. y Hill M. (1993). The police process in the modern capitalist state. HarvesterWheatsheaf, Londres.



Herrera, A. (1995 [1971]). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. *Política científica explícita y política científica implícita. Redes* 2, 5, 117-131.

Hogwood, B. y Gunn, L. (1984). *Policy Analysis for the Real World*. Oxford UP, Oxford.

Jujuy al momento (2017). El precio de los termotanques solares que vende el gobierno. *Jujuy al momento*, 24/5/2017.

Disponible en: <https://www.jujuyalmomento.com/energia/el-precio-los-termotanques-solares-que-vende-el-gobierno-n55417>.

Marradi, A., Archenti, N. y Piovani, J. (2007). *Metodología de las Ciencias Sociales*. Emecé, Buenos Aires.

Möhle, E. (2022). Que el sol caliente el agua de tu casa. *Cenital*, 16/3/2022.

Disponible en: <https://cenital.com/que-el-sol-caliente-el-agua-de-tu-casa/>

OES-UTN (2023). (2023). Informe de implementación PRODIST 2021-2023. Observatorio de Energía y Sustentabilidad. Universidad Tecnológica Nacional.

PRODIST (2023). Síntesis de impactos del PRODIST. Informe técnico interno.

Recalde, M.; Bouille, D. y Girardin, L. (2015). Limitaciones para el desarrollo de energías renovables en Argentina. *Problemas del desarrollo* 46, 183, 89-115.

Sabre, M.; Pereira, G.; Medel, N.; Pescio, F.; Chiaravalloti, A.; Bornancin, M.; Cordi, M.; Lunardelli, G. y Quiroga, L. (2021). Censo Nacional Solar Térmico 2020: período 2019. Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI, San Martín.

Disponible en: <https://censost.inti.gob.ar/docs/censo-solar-termico-2020.pdf>

Vasilachis de Gialdino, I. (Coord.). (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa, Barcelona.

## **Entrevistas:**

Fabricante 1, Comunicación personal realizada el 6 de julio de 2023, San Martín (Buenos Aires).

Fabricante 2, Comunicación personal realizada el 6 de julio de 2023, San Martín (Buenos Aires).

Fabricante 3, Comunicación personal realizada el 6 de julio de 2023, San Martín (Buenos Aires).

## **Normativa**

Decreto 1710/2018. Gobierno de la provincia de Santa Fe.

Decreto de Necesidad y Urgencia 892/2022. Poder Ejecutivo Nacional.

Resolución 520/2018. Secretaría de Comercio Interior.

Resolución 753/2020. Secretaría de Comercio Interior. Resolución 518/2023. Secretaría de Energía. “Lineamientos y escenarios para la transición energética a 2050”.

## DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIONES EN EL ARTÍCULO

ROLE	Garrido	Chemes	Bertinat
Conceptualization – Ideas; formulation or evolution of overarching research goals and aims.	X	X	X
Data curation – Management activities to annotate (produce metadata), scrub data and maintain research data (including software code, where it is necessary for interpreting the data itself) for initial use and later re-use.	X	X	X
Formal analysis – Application of statistical, mathematical, computational, or other formal techniques to analyze or synthesize study data.	X	X	X
Funding acquisition - Acquisition of the financial support for the project leading to this publication.	X	X	X
Investigation – Conducting a research and investigation process, specifically performing the experiments, or data/evidence collection.	X	X	X
Methodology – Development or design of methodology; creation of models.	X	X	X
Project administration – Management and coordination responsibility for the research activity planning and execution.	X	X	X
Resources – Provision of study materials, reagents, materials, patients, laboratory samples, animals, instrumentation, computing resources, or other analysis tools.	X	X	X
Software – Programming, software development; designing computer programs; implementation of the computer code and supporting algorithms; testing of existing code components.	X	X	X
Supervision – Oversight and leadership responsibility for the research activity planning and execution, including mentorship external to the core team.	X	X	X
Validation – Verification, whether as a part of the activity or separate, of the overall replication/reproducibility of results/experiments and other research outputs.	X	X	X
Visualization – Preparation, creation and/or presentation of the published work, specifically visualization/data presentation.	X	X	X
Writing – original draft – Preparation, creation and/or presentation of the published work, specifically writing the initial draft (including substantive translation).	X	X	X
Writing – review & editing – Preparation, creation and/or presentation of the published work by those from the original research group, specifically critical review, commentary or revision – including pre- or post-publication stages.	X	X	X