

EVALUACIÓN
de impacto del programa
CIUDAD SOLAR
DE LA CIUDAD DE MÉXICO
2023

INFORME FINAL



EVALÚA
Ciudad de México

CONSEJO DE EVALUACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO



Araceli Damián González

Presidenta del Consejo de Evaluación de la Ciudad de México



Miguel Calderón Chelius

Teresa Shamah Levy

Consejero y consejera del Consejo de Evaluación de la Ciudad de México



Francisco Pamplona Rangel

Myriam Cardozo Brum

Consejero y consejera del Consejo de Evaluación de la Ciudad de México y coordinadores de la evaluación



Guillermo Jiménez Melgarejo

Secretario Ejecutivo



Berta Helena de Buen Richkarday

Coordinadora general



Arcelia Tánori Villa

Óscar Zamora Alarcón

Colaboradores

**Consejo de Evaluación de la Ciudad de México
Ciudad de México, diciembre 2023**

ÍNDICE GENERAL

Índice de tablas y figuras.....	5
Siglas y acrónimos.....	7
Resumen ejecutivo	9
Presentación.....	13
I. Introducción	15
II. Marco teórico	22
III. Antecedentes de Ciudad Solar.....	50
IV. Marco normativo y programático que sustenta a Ciudad Solar	59
V. Metodología de la evaluación	72
VI. Evaluación del impacto de los ejes estratégicos.....	86
VII. Evaluación del impacto en conjunto	150
VIII. Conclusiones	159
IX. Recomendaciones	171
Referencias bibliográficas.....	184
Anexos.....	203

Índice de tablas y figuras

Tablas

	Pág.
Tabla II.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible vinculados con el Programa <i>Ciudad Solar</i>	41
Tabla II.2. Indicadores de consumo energético en la CDMX	48
Tabla II.3. Medidas de eficiencia energética en entidades federativas de México	49
Tabla III.1 Programas y acciones federales de impulso a la instalación de sistemas de CSA y SFV de generación de energía eléctrica	51
Tabla III.2 Programas y acciones de la CDMX de impulso a la instalación de sistemas de CSA y SFV de generación de energía eléctrica	56
Tabla IV.1. Marco normativo federal que sustenta el Programa <i>Ciudad Solar</i>	60
Tabla IV.2. Marco programático federal que sustenta el Programa <i>Ciudad Solar</i>	62
Tabla IV.3. Marco normativo de la Ciudad de México que sustenta el Programa <i>Ciudad Solar</i>	64
Tabla IV.4. Marco programático de la Ciudad de México que sustenta el Programa <i>Ciudad Solar</i>	70
Tabla V.1. Criterios e indicadores de evaluación	74
Tabla V.2. Calificaciones para la evaluación de impacto	83
Tabla VI.1.1 Meta 2019-2024 del Eje 1 y avances al 2023	86
Tabla VI.1.2 Número de hombres y mujeres que recibieron capacitación en el periodo 2019-2021 y tipo de curso recibido	88
Tabla VI.1.3 Resultados de las entrevistas con empresas e instituciones capacitadoras	91
Tabla VI.1.4 Resultados de las encuestas aplicadas a las personas capacitadas	92
Tabla VI.2.1 Metas 2019-2024 del Eje 2 y avances al 2023	101
Tabla VI.2.2 Actividades y unidades económicas con consumo intensivo de agua caliente, 2018	102
Tabla VI.2.3 Sectores o actividades económicas con potencial para la introducción de SFV, 2018	103
Tabla VI.2.4 Montos de apoyo a la inversión otorgados por SEDECO de 2019 a 2023	104
Tabla VI.2.5 Sistemas instalados en alcaldías de la CDMX 2020-2022	105
Tabla VI.2.6 Sistemas instalados en MIPyMES, por sectores	106
Tabla VI.2.7 Resultados de la encuesta en línea aplicada a MIPyMES beneficiadas	110
Tabla VI.3.1 Metas 2019-2024 del Eje 3 y avances al 2023	117
Tabla VI.3.2 Resultados de la entrevista realizada a la Comisión de Reconstrucción	119
Tabla VI.3.3 Resultados de las entrevistas realizadas con personal del INVI	119
Tabla VI.3.4 Resultados de las entrevistas realizadas a personas beneficiadas en viviendas	121
Tabla VI.4.1 Metas 2019-2024 en edificios del Gobierno de la CDMX y avances al 2023	127

Tabla VI.4.2 Metas 2019-2024 del Sistema Fotovoltaico en la CEDA y avances al 2023	128
Tabla VI.4.3 Resultados de la entrevista realizada a la SEDECO	130
Tabla VI.4.4 Resultados de la entrevista realizada a la SIBISO	131
Tabla VI.5.1 Metas 2019-2014 del Eje 5 y avances al 2023	138
Tabla VI.5.2. Resultados de la entrevista con FICEDA	140
Tabla VI.5.3. Resultados de la entrevista con el Metrobús	142
Tabla VII.1 Evaluación general del impacto del Programa <i>Ciudad Solar</i>	157

Figuras

	Pág.
Figura II.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	31
Figura II.2. La huella ecológica en el mundo	33
Figura II.3. Cambios en la temperatura global 1850-2020	34
Figura II.4. Cambios del clima y eventos extremos en regiones del mundo	35
Figura II.5. Inversión energética global en energía limpia y en combustibles fósiles, 2015-2023	37
Figura II.6. Marco legal de la transición energética en México	47
Figura III.1 Irradiación global horizontal en el mundo y en México	51
Figura III.2 Irradiación Global Horizontal Promedio en la Ciudad de México	56
Figura VI.3.1 Distribución de viviendas beneficiadas con CSA y de viviendas encuestadas	120
Figura IX.1 Proyecciones de cambio climático de la temperatura media en la CDMX	173
Figura IX.2 Proyecciones de cambio climático de la precipitación en la CDMX	173
Figura IX.3 Ubicación de la industria manufacturera en la Ciudad de México, 2023	174

Siglas y acrónimos

ANES	Asociación Nacional de Energía Solar, A.C.
ASCM	Auditoría Superior de la Ciudad de México
AVU	Aceite vegetal usado
CDMX	Ciudad de México
CEDA	Central de Abasto de la Ciudad de México
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ e	Dióxido de carbono equivalente
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
CONOCER	Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
COP	Conferencia de las Partes (por sus siglas en inglés)
CRE	Comisión Reguladora de Energía
CSA	Calentamiento solar de agua
DGDySE	Dirección General de Desarrollo y Sustentabilidad Energética de la SEDECO
DOF	Diario Oficial de la Federación
ELAC	Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050
ENTEASE	Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
EVALÚA CDMX	Consejo de Evaluación de la Ciudad de México
FICEDA	Fideicomiso para la Construcción y Operación de la Central de Abasto de la Ciudad de México
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
FOTEASE	Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
GgCO ₂ e	Giga gramos de dióxido de carbono equivalente
GEI	Gases de efecto invernadero
GOCDMX	Gaceta Oficial de la Ciudad de México
GWh	Gigavatio/hora (por sus siglas en inglés)
GyCEI	Gases y compuestos de efecto Invernadero
ICAT	Instituto para la Capacitación en el Trabajo de la Ciudad de México
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IEA	Agencia Internacional de Energía (por sus siglas en inglés)
INE	Instituto Nacional de Ecología
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INEGYCEI	Inventario Nacional de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores
INVI	Instituto de la Vivienda de la Ciudad de México
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IPN	Instituto Politécnico Nacional

IRENA	Agencia Internacional de las Energías Renovables (por sus siglas en inglés)
kWh	Kilowatt por hora
kWp	Kilowatt Pico
LAERFTE	Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
LTE	Ley de Transición Energética
MB	Metrobús
MDP	Millones de pesos mexicanos (Moneda Nacional)
MIPyMES	Micro, pequeñas y medianas empresas
MtCO ₂ e	Millón de toneladas de dióxido de carbono equivalente
MW	Megavatio (por sus siglas en inglés)
NDC	Contribución determinada nacionalmente (por sus siglas en inglés)
NMX	Norma Mexicana
NOM	Norma Oficial Mexicana
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de desarrollo sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PACC CDMX	Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024
PAC CDMX	Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030
PETE	Programa Especial de la Transición Energética
PG CDMX	Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024
PGD CDMX	Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México 2019-2024
PIB	Producto Interno Bruto
PJ	Petajoule
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Pp F034	Programa Presupuestario F034 Fortalecimiento a las competencias en energía solar
SAT	Servicio de Administración Tributaria
SECTEI	Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la CDMX
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDECO	Secretaría de Desarrollo Económico del gobierno de la CDMX
SEDEMA	Secretaría del Medio Ambiente del gobierno de la CDMX
SEMARNAP	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SFV	Sistema fotovoltaico
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIBISO	Secretaría de Inclusión y Bienestar Social del gobierno de la CDMX
STyFE	Secretaría de Trabajo y Fomento al Empleo de la CDMX
TdR	Términos de referencia para la evaluación del Programa <i>Ciudad Solar</i>
Ton	Toneladas

Resumen ejecutivo

Ante las problemáticas que plantea el cambio climático, la contaminación ambiental y la necesidad de transitar hacia economías bajas en carbono, la energía solar es una fuente de energía limpia con un gran potencial de aprovechamiento. Particularmente en las ciudades, se está convirtiendo en una fuente importante para generar electricidad y también para calentar agua, principalmente para uso doméstico, lo que mejora la calidad de vida de las personas, ya que produce ahorros en el consumo y gasto de energía.

Este documento presenta la evaluación de impacto del Programa *Ciudad Solar* que instrumenta la Secretaría de Desarrollo Económico del gobierno de la Ciudad de México (SEDECO). Constituye el Eje 7 del *Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024* que encabeza la Jefatura de Gobierno con el respaldo de la Comisión Interinstitucional de Cambio Climático, que se alinea programáticamente al Eje 2 “Ciudad sustentable” del *Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024*. A su vez, *Ciudad Solar* aporta al cumplimiento del Eje 2 de la *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050* y del *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030*, que son los instrumentos de largo plazo que dirigen la política climática de la CDMX.

La evaluación fue solicitada por el Consejo de Evaluación de la Ciudad de México (EVALÚA CDMX) en el marco de su programa anual 2023, y tiene como objetivo producir evidencia que muestre el logro de los objetivos planteados y el impacto del programa en la población beneficiaria a partir de su perspectiva, en los ámbitos social, económico, ambiental y energético.

Ciudad Solar se instrumenta mediante cinco ejes estratégicos que son: 1. Capacitación de recursos humanos para la instalación de sistemas fotovoltaicos y de calentamiento solar; 2. Instalación de sistemas de energía solar en micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES) con la asesoría técnica y financiamiento de SEDECO; 3. Instalación de calentadores solares de agua en viviendas, comercios o negocios nuevos o reconstruidos, con el apoyo de la Comisión para la Reconstrucción de la Ciudad de México, el Instituto de la Vivienda de la Ciudad de México (INVI) y las alcaldías; 4. Instalación de celdas solares fotovoltaicas en edificios públicos, mercados y en la Central de Abasto de la Ciudad; 5. Construcción y operación de una planta de biodiésel para reutilizar aceites usados de cocina. Todos los ejes fueron evaluados como pertinentes para promover la transición energética en la CDMX.

Para realizar la evaluación de impacto se siguió una estrategia metodológica no experimental para recuperar información de la operación y resultados de cada uno de los ejes estratégicos, así como para conocer los impactos alcanzados, desde la perspectiva de la población beneficiaria. Se llevó a cabo trabajo de gabinete y de campo, tomando como guía las preguntas de investigación planteadas por EVALÚA CDMX en los Términos de Referencia (TdR) de esta consultoría. Se revisaron múltiples documentos nacionales e internacionales para integrar el marco teórico y conceptual de la investigación, y para establecer el marco normativo y programático que rige al país y a la Ciudad de México en materia de desarrollo sustentable, medio ambiente y recursos naturales, cambio climático, desarrollo económico, energía, transición energética, vivienda e igualdad de género, que son los temas que se relacionan con los objetivos que persigue *Ciudad Solar*. También se investigó sobre políticas, programas y acciones promovidas a nivel federal y en la CDMX en años anteriores para impulsar el uso de energía solar, para conocer los antecedentes del *Programa*.

Como parte del trabajo de campo se realizaron 21 entrevistas en profundidad con personas servidoras públicas que participaron en la planeación y operación de los componentes del *Programa*, instituciones capacitadoras, empresas proveedoras de tecnología y de servicios de instalación, así como expertos en energía solar y transición energética. Adicionalmente, para conocer la opinión de las y los beneficiarios, se entrevistó a 85 personas en cuyas viviendas se instalaron calentadores solares de agua, y se llevaron a cabo 2 encuestas en línea que se aplicaron a quienes se otorgó capacitación para instalar los sistemas solares y fotovoltaicos, y a representantes de las MIPyMES en las que se colocaron dichos equipos. Con esos instrumentos se obtuvieron 121 y 19 respuestas, respectivamente.

Para la evaluación se utilizaron los criterios de pertinencia, coherencia, eficiencia, eficacia, utilidad y sostenibilidad que se describen en el apartado metodológico de este documento para dar respuesta a las preguntas asociadas a ellos que fueron incluidas por EVALUA CDMX en los TdR. Los impactos de las actividades realizadas se determinaron tomando como base las metas planteadas para el periodo 2019-2024 y a partir de las respuestas que dieron las personas entrevistadas respecto de la situación que prevalecía antes de la intervención y una vez que se obtuvieron resultados, lo que permitió conocer los cambios provocados en los beneficiarios y los efectos positivos o negativos, deseados o no deseados, directos e indirectos, cuantitativos y cualitativos que se produjeron a partir de la intervención.

Cada uno de los ejes estratégicos se evaluó conforme a los logros reportados en documentos oficiales, la información obtenida mediante las encuestas y/o entrevistas con los actores involucrados y con la población beneficiada. Se categorizó cada uno de los criterios y con ello se obtuvo una evaluación cualitativa de cada eje, con lo que se generó una tabla en la que se resumen los resultados y se presenta la evaluación del impacto que ha tenido el programa en su conjunto, como instrumento de la política de cambio climático y de transición energética de la CDMX, para la población de la Ciudad de México.

En el proceso de evaluación se identificaron problemas de carácter programático, presupuestal, administrativo, de comunicación, de transparencia y de organización que dificultaron la obtención de información precisa sobre los resultados económicos, sociales y ambientales logrados por los distintos actores durante el periodo 2019-2023, lo que también dificultó la cuantificación de los impactos del programa.

En ninguno de los cinco ejes estratégicos se han logrado las metas fijadas para el periodo 2019-2024. No obstante, en todos se observaron casos de éxito e impactos positivos que, si bien no son de la magnitud que se esperaba, han generado beneficios económicos, sociales y ambientales que han contribuido a mejorar las condiciones de vida y de trabajo de las personas beneficiadas por el *Programa*, y, de manera indirecta, han producido algunos efectos benéficos para los habitantes de la Ciudad de México. Sin embargo, la magnitud de los impactos del *Programa* no ha sido significativa, ya que en todas las actividades fueron pocas las personas o empresas beneficiadas, y por lo tanto el alcance de los resultados logrados fue limitado.

Los principales resultados de cada uno de los ejes se mencionan a continuación:

- a. **Eje 1. Capacitación para la instalación de sistemas solares.** A diciembre de 2023, la **SEDECO** **había capacitado** y certificado a 710 personas en los estándares de competencia del CONOCER, lo que representa el 70% de la meta establecida de capacitar a 1,000 personas en el periodo 2019-2024. Este número es significativo ya que en el año 2019 existían a nivel nacional 1,295 personas certificadas en los estándares relativos a la instalación de sistemas de calentamiento solar y

fotovoltaicos. Por ello, el haber capacitado a esta cantidad de personas representa un impacto positivo en la CDMX y un logro importante para el país.

- b. **Eje 2. Instalación de sistemas solares en MIPyMES.** De 2020 a 2022 la SEDECO apoyó con recursos económicos a 72 MIPyMES ubicadas en catorce de las 16 alcaldías de la Ciudad. Se instalaron 56 sistemas fotovoltaicos (SFV) y 16 de calentamiento solar de agua (CSA) en empresas dedicadas a actividades de servicios, industriales y comerciales. Si bien ello representa un porcentaje muy bajo de las metas programadas, en la encuesta aplicada a las personas beneficiarias, el 100% reportó haber registrado ahorros significativos, tanto en el consumo de energía eléctrica, como de gas, que les permitieron disminuir sus costos de producción, lo que les ayuda a mejorar su competitividad y a fortalecer su permanencia en el mercado.

Por otra parte, de 2020 a 2023, la SEDECO certificó a 29 empresas proveedoras de equipo y servicios de instalación, a las cuales el participar con esa dependencia en esta actividad les generó beneficios, ya que ampliaron su cartera de clientes y tuvieron una mayor demanda de servicios. En este sentido, *Ciudad Solar* contribuyó a fortalecer el mercado de equipos y de servicios de instalación en la CDMX, pero dado el pequeño número de empresas apoyadas, no tuvo un impacto significativo en la economía de la Ciudad.

- c. **Eje 3. Calentamiento solar en viviendas.** Su implementación recayó en la Comisión para la Reconstrucción de la CDMX y en el Instituto de Vivienda de la CDMX. Se esperaba poder contabilizar también las acciones realizadas por las alcaldías para instalar sistemas de CSA con los recursos de los Presupuestos Participativos, sin embargo, esto no fue posible porque no se pudo conseguir la información de dichas unidades territoriales durante el desarrollo de la evaluación. Si bien en este Eje tampoco se pudo comprobar el logro de las metas establecidas al inicio de la presente administración, las encuestas aplicadas a personas que habitan en viviendas que cuentan con dichos equipos permitió identificar impactos positivos tanto en lo económico, como en la calidad de vida de las personas.
- d. **Eje 4. Generación eléctrica en edificios públicos, mercados y en la Central de Abasto (CEDA).** El objetivo inicial de este Eje era instalar sistemas fotovoltaicos en 300 edificios públicos y mercados, además de construir la central fotovoltaica más grande del mundo dentro de una ciudad para proveer de combustible limpio al Servicio de Transportes Eléctricos (STE) de la CDMX. Con ello se buscó contribuir, entre otras cosas, a disminuir las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Al terminó del 2023 sólo se habían instalado estos equipos en 5 edificios públicos, 2 de los cuales alojan a la SEDECO, y en 7 mercados públicos. En los edificios públicos se obtuvieron ahorros sustanciales en el consumo de electricidad y para el caso de los mercados, no se pudo obtener información por estar éstos bajo la responsabilidad de las alcaldías. Si bien esta actividad demostró generar ahorros importantes y, consecuentemente beneficios económicos, algunos aspectos administrativos y de ejecución del gasto desincentivaron esta actividad, ya que los ahorros no pueden ser aprovechados por la dependencia que los genera. En el caso de la CEDA, debido a imprevistos no identificados antes de iniciar la obra, tampoco se ha logrado la meta inicial de terminar la planta en 2022. Ello hace que, a la fecha no se puedan cuantificar los impactos en la Central ni el STE.
- e. **Eje 5. Construcción y operación de una planta de biodiesel.** El objetivo de este eje es aprovechar el potencial energético que tiene el aceite comestible de desecho para transformarse en un

combustible amigable con el medio ambiente. Esta es una actividad muy pertinente para una estrategia de transición energética, pero en estricto sentido no debería formar parte de *Ciudad Solar*, que está orientada a la promoción del uso de la energía solar en actividades del hogar y productivas. El objetivo de construir la planta se logró, pero no así las metas programadas. En entrevista con las personas que operan la planta se indicó que las metas fueron mal planteadas, porque no se determinaron con la lógica empresarial que se requiere, y por lo tanto los impactos logrados también estuvieron muy abajo de lo programado.

Con respecto a la inclusión del enfoque de género para asegurar la implementación del *Programa* en igualdad de condiciones entre hombres y mujeres, se puede afirmar que *Ciudad Solar* **careció de un análisis de género**, que hubiera permitido visibilizar las desigualdades estructurales sociales y de género y con ello establecer acciones afirmativas para lograr una mayor participación de las mujeres en el mercado de las energías renovables. Sólo en los Ejes 1, 2 y 3 se observaron algunos beneficios que tuvieron un impacto positivo en sus condiciones de vida.

En las conclusiones se retoman los aspectos más relevantes que se señalaron a lo largo del documento y, en general, se concluye que los impactos que ha tenido el *Programa* en su conjunto en la actividad económica y en el mercado de energías renovables de la CDMX, en la disminución de emisiones de GEI, y en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que habitan la Ciudad, han sido poco significativos.

En el último capítulo, se hacen recomendaciones que se agrupan en aspectos relacionados con la planeación, la gestión, la operación, el seguimiento y la evaluación, así como de política pública, que buscan ofrecer elementos para mejorar el funcionamiento del *Programa* y ampliar su alcance en los próximos años.

Agradecimientos

El equipo consultor agradece a todas las personas que ofrecieron sus conocimientos, experiencias y tiempo de manera incondicional para atender las entrevistas y responder las encuestas que permitieron recabar la información necesaria para realizar la evaluación del impacto que ha tenido hasta la fecha el Programa *Ciudad Solar*. En particular agradece al equipo de la Dirección General de Desarrollo Económico y Sustentabilidad (DGDySE) de la SEDECO y al personal de todas las dependencias e instituciones que amablemente compartieron la información y apoyaron para que se pudieran concretar las entrevistas que se llevaron a cabo: la Comisión de Reconstrucción, el INVI, el ICAT, la SIBISO, el FICEDA, el Metrobús. Asimismo, agradece a las y los representantes de las instituciones y empresas capacitadoras y proveedoras de equipo, y a las personas que fueron capacitadas o beneficiadas con la instalación de sistemas solares en sus MIPyMES o viviendas, el que hayan respondido las encuestas. Por último, agradece el apoyo de especialistas y miembros del Consejo de Evaluación de la Ciudad de México, que aportaron elementos de gran valía para mejorar este trabajo. Sin el apoyo de todas y cada una de estas personas, esta evaluación no se habría podido llevar a cabo.

Presentación

Este documento constituye el informe final de la consultoría para la Evaluación de Impacto del Programa *Ciudad Solar* (2023) que se realizó para el Consejo de Evaluación de la Ciudad de México (EVALÚA CDMX) con el propósito de conocer los resultados e impactos (positivos y negativos; planeados y no planeados; directos e indirectos; cuantitativos o cualitativos) provocados por dicho Programa en la población beneficiaria; recuperar, desde la mirada de las personas beneficiadas, dos momentos de su experiencia en el tiempo: antes y después de la intervención; producir evidencia que muestre el logro de los objetivos planteados y de los impactos en los ámbitos social, económico y energético; y, emitir propuestas, sugerencias y alternativas de mejora y/o de ampliación del Programa (EVALUA CDMX, 2023).

El informe consta de nueve capítulos. El primero contiene la introducción, donde se describen los objetivos, metas y alcances del Programa *Ciudad Solar* establecidos para el periodo 2019-2024, y se comenta respecto de la nomenclatura y alcances del mismo, ya que durante la evaluación se identificó un uso indistinto de este instrumento como “estrategia de transición energética” o como “programa que fomenta el uso de la energía solar”.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico y se describen los principales conceptos que sustentan el debate actual sobre el desarrollo sustentable, el cambio climático y la transición energética, que constituyen las bases de la creación e instrumentación de *Ciudad Solar* y que dan el contexto en el que se inserta este Programa. Se presentan elementos de la gestión que han realizado el gobierno federal y el gobierno de la Ciudad de México para sumarse a los esfuerzos para enfrentar los desafíos que representa la crisis ambiental y los impactos del cambio climático y la transición energética, y se señalan los principales instrumentos de política pública que se han generado e implementado a nivel nacional y en la Ciudad de México para orientar el desarrollo nacional y local hacia un modelo que integre las dimensiones sociales, económicas y ambientales, promueva la transición hacia una economía baja en carbono y avance en la mitigación de las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y en la adaptación de la población, los ecosistemas y la infraestructura estratégica al cambio climático.

En el capítulo III se presentan programas, estrategias, y acciones de política pública que se han instrumentado en administraciones pasadas del gobierno federal y de la Ciudad de México para promover la instalación de sistemas de calentamiento solar y fotovoltaicos en pequeña escala, con el objetivo de identificar la medida en la que *Ciudad Solar* les da continuidad o promueve cambios para lograr mejores resultados. También en este capítulo se menciona brevemente, a manera de contexto, la evolución que ha tenido el uso de la energía solar como fuente de energía alternativa para la generación de electricidad y para el calentamiento de agua en el mundo y en nuestro país.

En el capítulo IV, correspondiente al marco normativo y programático en el que se inscribe *Ciudad Solar*, se analizan instrumentos jurídicos, normativos y programáticos de diversos sectores que establecen las bases para las políticas públicas relacionadas con los objetivos que persigue este programa.

El capítulo V describe la metodología que se siguió para realizar la evaluación de impacto. Se explica el enfoque y se señalan las fuentes de información y los instrumentos de recopilación que se utilizaron, así como los criterios generales que se usaron para evaluar los impactos económicos, sociales y

ambientales del *Programa*. Se presentan también las principales actividades del trabajo de gabinete y del trabajo de campo que se llevaron a cabo durante los meses de junio a diciembre de 2023.

El capítulo VI incluye la evaluación del impacto que ha tenido cada uno de los cinco ejes estratégicos que componen *Ciudad Solar*. En cada caso se da el contexto, se describen las actividades realizadas por la SEDECO o por los actores involucrados en su implementación, los hallazgos obtenidos a partir del trabajo de campo, y se concluye con la evaluación de los impactos que ha tenido cada eje conforme a los criterios de pertinencia, coherencia, eficacia, eficiencia, utilidad, sostenibilidad y equidad e igualdad de género, y con base en las preguntas formuladas por el Consejo de Evaluación de la Ciudad de México (EVALUA CDMX) en los Términos de Referencia de esta consultoría.

En el capítulo VII se describe el impacto que ha tenido el Programa *Ciudad Solare* en su conjunto, es decir, con la suma de acciones realizadas en todos sus ejes. En este capítulo, a diferencia del anterior donde se identifican los impactos que ha tenido el *Programa* en las personas beneficiadas, se intenta valorar el impacto de éste en la actividad económica, en las condiciones de vida de la población que habita en la CDMX, y en el medio ambiente. Al final se incluye una tabla con la evaluación general que resume la valoración dada a cada criterio.

En el capítulo VIII se presentan las conclusiones, y en el capítulo IX se plantean algunas recomendaciones que se basan en acciones de mejora que se identificaron a lo largo del proceso de realización de este trabajo, con las que se espera aportar elementos para potenciar los beneficios logrados y ampliar el alcance del *Programa* en los próximos años.

Al final se incluyen como anexos los cuestionarios que se utilizaron para realizar las entrevistas en profundidad y las encuestas en línea que se llevaron a cabo, así como la metodología que se siguió para determinar la muestra de las viviendas beneficiadas (Anexo 4).

I. Introducción

Ciudad Solar constituye el Eje 7 del *Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024 (PACC CDMX)*¹ que es encabezado por la Jefatura de Gobierno y respaldado por la Comisión Interinstitucional de Cambio Climático, conformada por 17 Secretarías, nueve organismos del Gobierno, así como el Congreso de la CDMX. Este programa se encuentra alineado a los artículos 15, apartado A, numeral 6 y 16, apartado A, numeral 2 y 4 de la *Constitución Política de la Ciudad de México* que mandatan, entre otros fines, la disminución de la huella ecológica y la minimización de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). De igual manera, atiende los artículos 4 fracción IV y 43, Apartado A, fracción II, inciso b de la *Ley del Sistema de Planeación del Desarrollo de la Ciudad de México* en la que se establece que uno de los objetivos de la planeación del desarrollo de la CDMX es “disminuir la huella ecológica de la ciudad para que sea territorialmente eficiente, incluyente, compacta y diversa, ambientalmente sustentable” (Congreso de la CDMX, 2021).

Programáticamente, el *PACC CDMX* está alineado al Eje 2 “Ciudad sustentable” del *Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024 (PG CDMX)*, que promueve un crecimiento económico sustentable e incluyente que genere cadenas productivas sustentadas en la economía circular, así como sectores productivos que disminuyan la contaminación y promuevan nuevas tecnologías como las energías renovables (en particular energía solar en calentadores solares y paneles fotovoltaicos) y el uso eficiente de los recursos naturales, para lograr un mayor bienestar social para las personas.

Con los programas de la presente administración mencionados anteriormente se aporta al cumplimiento del Eje 2 “Ciudad Solar” de la *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050 (ELAC)* y del *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030 (PAC CDMX)*, que son los instrumentos de largo plazo que dirigen la política climática en la CDMX para disminuir los riesgos ambientales, sociales y económicos derivados del cambio climático, y para encaminar a la ciudad hacia un desarrollo bajo en carbono y resiliente, enmarcado en los enfoques y principios de la economía circular, la inclusión social, los derechos humanos y la equidad de género².

¹ Los 7 ejes del *PACC CDMX* son: 1. Revegetación del campo y la ciudad; 2. Recuperación de ríos y cuerpos de agua; 3. Manejo sustentable del agua; 4. Basura cero; 5. Movilidad integrada y sustentable; 6. Calidad del aire y 7. Ciudad solar (SEDEMA, s/f.a).

² La *ELAC* y el *PAC CDMX* tienen un alcance temporal más amplio que el *Programa Ambiental y de Cambio Climático 2019-2024*. Estos establecen 8 ejes, que son: 1. Movilidad integrada y sustentable; 2. Ciudad solar; 3. Basura cero; 4. Manejo sustentable del agua y rescate de ríos y cuerpos de agua; 5. Revegetación del campo y la ciudad; 6. Capacidad adaptativa y resiliencia urbana; 7. Calidad del aire; 8. Cultura climática (SEDEMA, s/f.b).

Los objetivos del Eje 2. Ciudad Solar son: incrementar la eficiencia energética, democratizar la energía y garantizar un futuro energético equitativo, inteligente y limpio. Para lograrlos establece 3 estrategias:

1. Fomentar hogares solares, eficientes, flexibles, inteligentes y equitativos energéticamente, a través de las siguientes medidas: mejorar la eficiencia de los sistemas energéticos en los hogares mediante la sustitución de refrigeradores; incentivar el uso de calentadores solares; instalar techos fotovoltaicos.
2. Impulsar nuevos esquemas de eficiencia, digitalización y uso de energías renovables en edificios, comercios, servicios e industria, a través de las siguientes acciones: implementar medidas de eficiencia energética en edificios de la Administración Pública Local (APL) (calentadores solares y SFV); promover la eficiencia energética y energías renovables en edificaciones privadas (MIPYMES).

Es importante mencionar que, a la fecha de conclusión de este informe, el *Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México* (PGD), del cual derivan los programas sectoriales e institucionales, no se encuentra publicado en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México (GOCDMX), que es el órgano informativo donde se publican, entre otros, las leyes, los decretos, los reglamentos, los acuerdos, las convocatorias, y los documentos producidos por el gobierno local, cuya publicación sea obligatoria por disposición legal. Por ello, tampoco se han publicado los acuerdos por medio de los cuales se aprueban los programas para el periodo 2018-2024 mencionados con anterioridad. En ese contexto, la información que se utilizó para desarrollar este apartado sobre los objetivos, metas y alcances de *Ciudad Solar* se obtuvo de páginas oficiales del gobierno de la CDMX que, en la mayoría de los casos, está en formato de presentación y, en muchas ocasiones, no cuenta con fecha de elaboración.

Además de esa falta de rigurosidad, es necesario señalar que en diversos documentos del gobierno de la Ciudad se han utilizado de manera indistinta los términos “programa” y “estrategia” para referirse al instrumento que opera la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO) en el periodo 2019-2024³. Dado que los programas, por definición, son instrumentos que plantean el conjunto de acciones y metas para atender una problemática pública en el corto plazo –en este caso el periodo 2019-2024–, a diferencia de las estrategias que señalan la dirección que se debe seguir para alcanzar objetivos específicos en el largo plazo –como es el caso de la *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050*–, el equipo consultor, atendiendo a los Términos de Referencia (TdR) del EVALÚA CDMX para realizar la evaluación de impacto del *Programa Ciudad Solar*, utilizará ese término en adelante.

Objetivos generales

Los objetivos del Eje 7 “Ciudad Solar” son proveer de energía limpia a las personas que habitan en la Ciudad de México; generalizar prácticas de uso eficiente de la energía; mejorar la calidad del aire; generar ahorros en las economías familiares; e impulsar la innovación tecnológica en la Ciudad (EVALÚA CDMX, 2023). Para alcanzar dichos objetivos, el *Programa* está conformado por cinco ejes estratégicos:

-
3. Descarbonizar la matriz energética de la CDMX, con medidas como: generar energía FV bajo un esquema de cooperativa en comunidades; instalar una central solar fotovoltaica en la Central de Abasto (CEDA); instalar un SFV para el Servicio de Transportes Eléctricos.

La estrategia *Ciudad Solar* que se está evaluando corresponde al periodo 2019-2024, y por ello algunas de las actividades previstas en la *ELAC 2021-2050* y el *PAC CDMX 2021-2030* no se analizarán en esta evaluación de impacto.

³ Algunos ejemplos son los siguientes: en la página del gobierno de la Ciudad se señala “El programa Ciudad Solar no solo busca la autosuficiencia energética de la Ciudad, sino también que transitemos hacia energías limpias que nos permiten reducir las emisiones de gases contaminantes” (consultado en: <https://gobierno.cdmx.gob.mx/acciones/ciudad-solar/>); por otra parte en la nota: “Presenta Gobierno de la Ciudad de México la estrategia de sustentabilidad energética “Ciudad Solar”” publicada en mayo de 2019 se menciona: “como parte de las acciones para contribuir al cuidado del medio ambiente en la metrópoli, autoridades capitalinas presentaron la estrategia “Ciudad Solar” que tiene como objetivo promover el uso eficiente de la energía y de fuentes renovables, en las instalaciones de edificios públicos y privados de la Ciudad de México (consultado en <https://www.jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/presenta-gobierno-de-la-ciudad-de-mexico-la-estrategia-de-sustentabilidad-energetica-ciudad-solar>).

1. **Capacitación** de recursos humanos en instalación de sistemas fotovoltaicos y de calentamiento solar, para promover la creación de empresas de tecnología solar.
2. **Energía solar para micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES)** instalación de sistemas de energía solar en MIPyMES brindando asesoría técnica y económica; financiamiento; y vinculación con proveedores que cuentan con equipos de calidad e instaladores certificados.
3. **Calentamiento solar de agua:** instalación de calentadores solares de agua en viviendas, comercios o negocios nuevos o reconstruidos.
4. **Generación eléctrica:** instalación de celdas solares en edificios públicos, mercados y en la Central de Abasto (CEDA) así como generar un sistema fotovoltaico en dicha Central para Servicio de Transportes Eléctricos.
5. **Planta de biodiésel:** reutilización de aceites usados de cocina mediante una planta de biodiesel localizada en la CEDA, para abastecer al mercado y al transporte público.

Para su implementación se buscó la creación de alianzas con otras dependencias del gobierno capitalino, con las alcaldías, con el sector privado, con instituciones académicas y habitantes de la Ciudad, lo que contribuye a fortalecer la gobernanza y la participación ciudadana para transitar hacia una ciudad sustentable, resiliente, incluyente, innovadora y de derechos. Por lo anterior, en cada eje participan diversos actores conforme a sus atribuciones y responsabilidades institucionales, intereses y necesidades.

Metas generales 2019-2024

El séptimo eje “Ciudad Solar” del *PACC CDMX 2019-2024* anunciado por la Jefa de Gobierno de la Ciudad de México el 5 de Junio de 2019, tiene el objetivo de “atender a un universo de más de 164 mil hogares, comercios y edificios públicos mediante la instalación de tecnologías de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y la implementación de medidas de aumento en la eficiencia de consumo de energía, a través de una inversión pública y privada de 13,656 millones de pesos (MDP), permitiendo la generación de 10,700 empleos y la mitigación de 2 millones 26 mil 600 toneladas de CO₂ durante el período 2019 – 2024” (SEDECO, s/f).

Según la Dirección General de Desarrollo y Sustentabilidad Energética (DGDySE) de la SEDECO, estas metas se fijaron al inicio de la presente administración considerando no sólo los programas de esa dependencia que contarían con presupuesto para entregar apoyos directos a los beneficiarios, como es el caso del *Programa Presupuestario F034 “Fortalecimiento a las competencias en energía solar”* que está a su cargo, sino también otros programas del gobierno de la Ciudad y de sectores sociales. Sin embargo, no existe un documento donde, a partir de diagnósticos de cada eje estratégico, se hayan determinado los compromisos de cada uno de los actores involucrados, ni las metas específicas de los otros programas. Por lo anterior, la evaluación que se lleva a cabo en el presente trabajo se hizo tomando como base los resultados obtenidos con respecto a las metas establecidas, sin determinar si éstas fueron ambiciosas o modestas.

Objetivos y metas por Eje estratégico

Eje 1. Capacitación y certificación de técnicos instaladores de sistemas fotovoltaicos y de calentamiento solar, para promover la creación de empresas de tecnología solar

El objetivo de este eje es promover la transición tecnológica para el aprovechamiento de energía solar, mediante la capacitación y certificación de técnicos instaladores de sistemas de generación fotovoltaica (SFV) y de sistemas de calentamiento solar de agua (CSA) bajo los estándares de competencia laboral del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER). También se capacita sobre otras etapas de la cadena de valor, tales como ventas, diseño y dimensionamiento de sistemas de energía solar y supervisión de instalaciones, para contribuir a generar empleos verdes y promover la creación de empresas de tecnología solar, y de esta manera avanzar hacia una economía con menor impacto ambiental.

Con ello se busca incentivar el crecimiento del mercado de suministro de equipos y servicios de energía solar calificados y se promueven acciones para garantizar la correcta implementación y el cumplimiento de las normas de eficiencia energética y energías renovables tales como la NADF-008-AMBT-2017 que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en edificaciones, instalaciones y establecimientos. Según la SEDEMA, mediante el cumplimiento de esta norma se estima que actualmente se reducen 7,831 toneladas de dióxido de carbono equivalente al año (SEDEMA (s/f.c) pág.75).

La meta que se incluyó en el documento “*Ciudad Solar. Estrategia de sustentabilidad energética: metas 2019-2024*” (SEDECO (s/f.), es contar con **1,000 técnicos certificados** como instaladores solares (calentamiento solar de agua y generación solar de electricidad) bajo estándares del CONOCER.

Eje 2. Energía solar para micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES)

El objetivo de este Eje es “propiciar la transición hacia la sustentabilidad energética en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES) de la Ciudad de México fomentando la instalación de tecnologías de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía (calentadores solares de agua y paneles fotovoltaicos para generación de electricidad), procurando salvaguardar la calidad de estos sistemas, a fin de mejorar la rentabilidad y competitividad de las MIPyMES, abatir la emisión de GEI asociada al consumo de la energía y contribuir a una descarbonización de la economía de la Ciudad de México” (SEDECO, 2019). Este eje se implementa con la participación de empresas capacitadoras certificadas por la SEDECO.

Las metas que se incluyeron en el documento “*Ciudad Solar. Estrategia de sustentabilidad energética: metas 2019-2024*” (SEDECO (s/f.) son las siguientes:

- Contar con 10,000 MIPyMES con sistemas fotovoltaicos menores a 500 kWp⁴ (capacidad total: 100 MW) en 2024, considerando los programas del gobierno de la Ciudad⁵.

⁴ El kilovatio pico (kWp) es la unidad que mide la potencia máxima del generador, en este caso de un conjunto de módulos fotovoltaicos.

⁵ Cabe señalar que en ningún documento oficial se menciona cuáles son los programas del gobierno de la Ciudad que aportan a esta meta.

- Reducir 2,360 ton de CO₂e para el año 2024.
- 240 molinos de nixtamal con energía solar en 2019, con una mitigación de 10,500 tCO₂.
- A partir de 2020, 400 negocios por año con energía solar de comercios como: lavanderías y tintorerías; hoteles, pensiones y casas de huéspedes; salones, clínicas de belleza y peluquerías; cabañas, villas y similares; departamentos y casas amueblados con servicio de hotelería; parques acuáticos y balnearios del sector privado; baños públicos, entre otros.

Eje 3. Calentamiento solar de agua en viviendas

Este eje tiene el objetivo de fomentar la instalación de calentadores solares de agua en viviendas, comercios o negocios nuevos o reconstruidos. Con ello se busca también fortalecer la economía de las familias y el mercado de tecnologías de energía limpia en la Ciudad. Esta actividad se implementa a través del Programa de Reconstrucción de la Ciudad de México y del Instituto de Vivienda de la Ciudad de México (INVI).

Conforme al documento “*Ciudad Solar. Estrategia de sustentabilidad energética: metas 2019-2024*” (SEDECO (s/f.), las metas que se establecieron para este eje son las siguientes:

- 134,611 viviendas nuevas con calentador solar / 22,435 viviendas nuevas por año.
- Instalar calentadores en 12 mil viviendas con el Programa de Reconstrucción de la CDMX.
- Un calentador solar para cada vivienda reconstruida por el gobierno de la CDMX.
- Mitigación anual promedio: 120,237 tCO₂. Mitigación total acumulada 721,423 tCO₂.
- 787,000 m² de área de calentadores solares.
- \$170 millones de pesos de inversión del Gobierno de la Ciudad de México.

Eje 4. Generación eléctrica

Este Eje tiene como objetivo promover el uso eficiente de la energía y la utilización de energías renovables en edificios no residenciales a través de la instalación de celdas solares fotovoltaicas en edificios públicos y mercados, y mediante la construcción de una central de energía solar fotovoltaica de mediana escala en la CEDA, para el Servicio de Transportes Eléctricos.

Edificios públicos y mercados

Dado que la economía de la Ciudad de México está fuertemente centrada en el sector terciario, es decir, en los servicios y el comercio, *Ciudad Solar* impulsa mediante este Eje el uso eficiente de la energía y la utilización de energías renovables en edificios donde se encuentran oficinas del gobierno de la Ciudad y mercados.

Las metas para el período 2019-2024 que se fijaron para el componente de **edificios públicos y mercados** son las siguientes (SEDECO (s/f.), SEDEMA (s/f.c):

- 300 edificios del Gobierno de la Ciudad de México con un sistema FV~ 40 kWp.
- Reducción de 2,360 toneladas de CO₂e para el año 2024.
- Ahorros potenciales por pago de energía eléctrica estimados en hasta 76 millones de pesos anuales.

Central de Abasto

Con respecto al parque solar en la CEDA, que tendrá una extensión de 25 hectáreas de techos y una capacidad instalada de 18 megavatios se busca reducir emisiones de GEI y generar ahorros anuales por la autogeneración de energía que se consume en las áreas comunes de la Central (Declaraciones de la jefa de gobierno 22 de enero de 2023), a las cuales se entregará aproximadamente el 20% de la energía que se produzca en la central fotovoltaica. El 80% restante se destinará a cubrir parte de la demanda de electricidad del Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad (SEDEMA (s/f.c p.71).

La construcción de la planta está prevista para hacerse en dos fases, la primera que consiste de dos sistemas fotovoltaicos de generación distribuida de 0.5 MW, y la segunda que corresponde a la central fotovoltaica de 16.6 MW. En conjunto se producirán anualmente 26.5 GWh de energía eléctrica, y la instalación en su conjunto contará con 32,110 módulos fotovoltaicos de 550 kWp cada uno y evitará la generación de 11,537 toneladas de CO₂ al año⁶.

Con este proyecto, que se realiza con recursos federales del Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE) de la Secretaría de Energía del gobierno federal (SENER) y con la participación de la SEDECO, la CEDA y la CFE, se avanza hacia la transición y soberanía energética de la CDMX y el país, y se busca que la generación de energía limpia impacte en una mejora en la calidad del aire, en beneficio de los habitantes de la Ciudad y del medio ambiente, e impulsar la economía local con la creación de empleos verdes asociados a las obras que implica la construcción de la central fotovoltaica.

Las metas 2019-2024 de este componente se tomaron del documento *Informe de Avances. Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024. Avances integrados 2019-2021* (SEDEMA s/f.c), y son las siguientes:

- Concluir la planta fotovoltaica a finales de 2022.
- Reducir 13 mil 550 toneladas de CO₂e al año.
- Generar un ahorro anual de hasta 73.5 millones de pesos derivados de la autogeneración de energía que se consume en las áreas comunes de la CEDA.

Eje 5. Planta de biodiésel

El objetivo de este Eje es aprovechar el potencial energético de residuos como el aceite de cocina usado que se genera en establecimientos del sector alimenticio, mercados y viviendas en la Ciudad. Para ello se instaló una planta productora de biodiésel en la CEDA, que tiene la capacidad de transformar dos lotes diarios de 1,550 litros de aceite vegetal usado en este bioenergético. Con ello se sustituye el uso de diésel fósil y se genera una reducción estimada de 935 toneladas de CO₂e al año (SEDEMA, s/f.c). Este eje es instrumentado por el Fideicomiso para la Construcción y Operación de la Central de Abasto de la Ciudad de México (FICEDA)⁷.

⁶ Tomado de la página *Ciudad Solar* consultada en: <https://ciudadsolar.cdmx.gob.mx/programas/programa/central-fotovoltaica-de-la-central-de-abastos-ceda>

⁷ El FICEDA tiene un Órgano de Gobierno constituido por el Comité Técnico y de Distribución de Fondos, el cual está integrado proporcionalmente por representantes del sector privado (locatarios, bodegueros, entre otros), así como del gobierno de la CDMX, entre los que se encuentra la SEDECO. Lo preside la persona a cargo de la jefatura de gobierno de la Ciudad, que cuenta con voto de calidad. Las principales funciones del Comité son aprobar el presupuesto de ingresos y

Según el *Informe de Avances integrados 2019-2021 del Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024* (SEDEMA s/f.c), con esta planta “la mitigación meta al año 2024 se prevé que sea de 4,675 toneladas de CO₂e equivalente al año (sic)”. En el documento “*Ciudad Solar. Estrategia de sustentabilidad energética: metas 2019-2024*” (SEDECO (s/f.), la meta es producir 2.1 millones de litros anuales y mitigar 6 mil tCO₂ al año.

egresos del Fideicomiso, sus modificaciones, comportamientos y resultados; emitir las normas operativas, así como analizar y, en su caso, aprobar proyectos, entre otras. La institución fiduciaria es el Banco Santander.

II. Marco teórico

Principales conceptos

Desarrollo sustentable

- *Origen y evolución*

El concepto de desarrollo sustentable tiene sus orígenes en la segunda mitad del siglo XX, tiempo en que se manifestó la preocupación por la relación entre medio ambiente y desarrollo. Desde finales de los años sesenta y principios de los setenta, activistas sociales y movimientos ambientalistas levantaron la voz contra proyectos y procesos que ponían en riesgo a la población y los recursos naturales (pruebas nucleares, caza de ballenas, transportes marítimos peligrosos), y pusieron énfasis en aspectos filosóficos, éticos y sociales de la cuestión ambiental que influyeron en la definición que se aprobaría a nivel internacional en 1992⁸. Igualmente, teóricos críticos analizaron la cuestión ambiental desde distintas perspectivas y sentaron las bases de la conciencia ecológica y de la ecología política⁹.

En 1970, el Club de Roma, interesado por las tendencias e interacciones de la industrialización, el crecimiento demográfico y el medio ambiente, encargó la realización de un estudio para definir los límites y obstáculos físicos del planeta frente a la actividad humana. El informe, titulado “*Los límites del crecimiento – Informe al Club de Roma en torno al predicamento de la Humanidad*” se publicó en 1972 y llegó a conclusiones que predecían el fin de la civilización si no se revertía el grave problema de la contaminación industrial y si no se estabilizaba el crecimiento económico y de la población mundial en un punto igual a cero (crecimiento cero) dados los límites físicos infranqueables del planeta: “si se mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación, producción de alimentos y agotamiento de los recursos naturales, el planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años” (Meadows, 1972)¹⁰.

⁸ En esas décadas se produjeron una serie de informes científicos para evidenciar diversos aspectos de la crisis ambiental. En 1962, Rachel Carson denunció el efecto de los agroquímicos en la extinción de aves; en 1966 Barry Commoner planteó lo que llamó la orientación biocida de la civilización industrial; en 1966 Kenneth E. Boulding publicó su tesis anticrecimiento; en 1968 Paul Ehrlich publicó “*The population bomb*”, obra considerada fundamental para la vertiente neomalthusiana del ambientalismo moderno (Pierri, 2005), entre otros.

⁹ Entre los teóricos críticos que han sido reconocidos como pioneros de la conciencia ecológica se encuentran Barry Commoner y André Gorz. El primero, considerado el fundador del movimiento ambientalista, anticipó muchas de las ideas que hoy forman parte del actual “consenso ambiental”, tales como el calentamiento global a consecuencia del efecto invernadero, la fragilidad de los ecosistemas y los impactos de la sociedad industrial, la exigencia de evaluaciones de impacto ambiental y del análisis de ciclo de vida, el principio de precaución, la responsabilidad social de los científicos y tecnólogos, entre otros aspectos (Riechman, 2016). Por su parte, Gorz fue uno de los principales teóricos de la ecología política y el altermundialismo, pionero en analizar la cuestión ecológica desde el enfoque marxista y en plantear la crítica del capitalismo como modelo de consumo opulento.

¹⁰ Este planteamiento malthusiano, también defendido por autores como Paul Ehrlich, para quien el crecimiento demográfico era la clave de la crisis ambiental, fue criticado desde una visión ecosocialista por Barry Commoner en su libro *El círculo que se cierra* publicado en 1971 donde planteó los efectos de la industrialización y de la tecnología en la crisis ambiental y la calidad de vida humana y señaló que la degradación medioambiental era producto de las tecnologías capitalistas y no de la presión demográfica.

Ese mismo año de 1972, se realizó en Estocolmo, Suecia, la Conferencia sobre el Medio Humano convocada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), primera conferencia mundial en poner las cuestiones ambientales en la discusión internacional, que marcó el inicio de un diálogo entre los países industrializados y los países en desarrollo, sobre el vínculo entre crecimiento económico y sus impactos sobre el medio ambiente y los recursos naturales. En dicha Conferencia se reconoció que la industrialización acelerada, la explosión demográfica y la intensificación del proceso de crecimiento urbano estaban causando contaminación y daños al planeta que podían llevar a una crisis ambiental global, y que su solución iba a requerir de una amplia colaboración entre las naciones del mundo. La idea de crisis ambiental fue inscrita formalmente en la agenda mundial, aunque el sentir de los países pobres era que la política ambiental era una imposición de las grandes potencias occidentales que ya se habían desarrollado y que habían provocado la contaminación del ambiente por sus excesos en la producción y el consumo, y que los problemas que había que atender eran los relacionados con la pobreza, lo que hacía inviable la idea de poner frenos al crecimiento (Urquidi, 1998; Pierri, 2005).

Profundizando la idea de unir medio ambiente y desarrollo, surgió la corriente humanista crítica con raíces en las ideas y movimientos anarquistas y socialistas que se expresa en la propuesta del *ecodesarrollo*, que plantea la necesidad de un cambio social radical, centrado en atender las necesidades y calidad de vida de las mayorías, con un uso responsable de los recursos naturales.

Dicho concepto fue utilizado por primera vez por Maurice Strong, Secretario General de la Conferencia de Estocolmo, en 1973, quien planteó que el desarrollo y el medio ambiente constituían dos aspectos del mismo concepto, y lo que realmente estaba en juego era "la gestión racional de los recursos con el objeto de mejorar el hábitat global del hombre y asegurar una calidad de vida mejor de todos los seres humanos..." (citado en Estenssoro, 2015). Pero quien lo desarrolló en profundidad fue el economista Ignacy Sachs, quien criticó el Informe del Club de Roma y planteó que no se trataba de detener el desarrollo sino de reorientarlo en una perspectiva ecológica y sana ambientalmente, y que había que reconocer sus interdependencias. El medio ambiente debía constituir un elemento del desarrollo y por ello debía ser integrado en todos los niveles de decisión. El *ecodesarrollo* buscaba un proceso de desarrollo humanista consciente de su interdependencia con la naturaleza, es decir, "un desarrollo socialmente deseable, económicamente viable, y ecológicamente prudente" (Sachs, citado en Estenssoro, 2015 y en Andrade S. et al, 2017)¹¹.

Buena parte de los postulados del *ecodesarrollo* fueron recogidos en el concepto de *Desarrollo Sostenible* o *Desarrollo Sustentable* (utilizado indistintamente por su traducción del término en inglés "*sustainable development*") formulado por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) en 1987 en el Informe *Nuestro Futuro Común* (ONU, 1987)¹². Dicho concepto plantea la

¹¹ Según Naína Pierri existen dos subcorrientes del *ecodesarrollo*: la anarquista, que tiene como base las elaboraciones teóricas de la "ecología social" de Bookchin (1992), la "economía ecológica" y "el ecologismo de los pobres" (Martínez Allier), y la marxista, que tiene sus sustentos teóricos en autores como Hans Magnus Enzensberger (1979), John O'Connor (1991) y John Bellamy Foster (1994). Esta subcorriente plantea que "el problema ambiental no está dado por los límites físicos externos a la sociedad sino por la forma de organización social del trabajo que determina qué recursos usar, así como la forma y el ritmo de su uso". El capitalismo, que es esencialmente expansionista, genera problemas de contaminación y depredación y, por lo tanto, la crisis medioambiental. La solución no es disminuir el mercado, sino transitar hacia otra forma de organización del trabajo basada en la propiedad social de los medios de producción naturales y artificiales, y en su utilización responsable para satisfacer las necesidades de la sociedad en su conjunto y no de una minoría (Pierri, 2005).

¹² Cabe señalar que, si bien los términos sustentabilidad y sostenibilidad se utilizan como si fueran sinónimos, en México se ha adoptado el primero. La *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente* (LGEEPA) definió por primera

necesidad de hacer compatible la satisfacción de las necesidades y aspiraciones sociales con el mantenimiento de los equilibrios biofísicos y sociales indispensables para el propio proceso de desarrollo, actual y futuro, y configura un nuevo paradigma que se articula en torno a un proceso gradual de transición hacia formas cada vez más racionales de utilización de los recursos naturales. Se busca pasar de un desarrollo basado en el crecimiento económico, a uno donde se establecen vinculaciones entre los aspectos económicos, sociales y ambientales, en un marco institucional democrático y participativo, en el que el avance de uno de los tres ámbitos no debe implicar el deterioro de otro. Los tres pilares son interdependientes y se refuerzan mutuamente.

A partir de entonces, se define al **desarrollo sustentable** como “aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”¹³.

Esta definición fue formalizada a nivel internacional en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) que se llevó a cabo en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992, también conocida como Cumbre de la Tierra, de la que resultaron varios documentos para orientar a los países en su instrumentación: a) la *Declaración de Río*, que contiene 27 principios básicos para guiar la conducta de las naciones frente al medio ambiente y el desarrollo; b) la *Agenda 21* orientada a la acción para asegurar la viabilidad del planeta y lograr un equilibrio justo entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y futuras, que contiene recomendaciones consensadas sobre política y desarrollo sustentable a nivel mundial, regional y local; c) la *Declaración de los principios relativos a los bosques*. También en esa ocasión se iniciaron las negociaciones para la creación de la *Convención de Lucha contra la Desertificación* y se abrieron a la firma dos convenciones globales de gran importancia: la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (CMNUCC) para hacer frente de manera colectiva a las crecientes emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), y el *Convenio de Diversidad Biológica* (CDB) para promover la conservación de la biodiversidad, la utilización sustentable de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

Un aspecto importante de dicha Conferencia fue la participación de organizaciones de la sociedad civil que, desde los años setenta habían agregado temas ambientales a sus reivindicaciones por la paz y los derechos civiles. Los documentos que resultaron de la Cumbre de la Tierra hicieron énfasis en la necesidad de involucrar a todos los sectores de la sociedad como requisito para avanzar hacia el desarrollo sustentable. Por ejemplo, el Principio 10 de la *Declaración de Río* establece que “la mejor manera de tratar los problemas medioambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados en el nivel que les corresponda” y señala como derechos fundamentales el acceso a la

vez en el país el desarrollo sustentable como “el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras” (Cámara de Diputados, 1988).

¹³ Como se ha señalado en este texto, la definición del término “desarrollo sustentable” fue producto de una amplia discusión de interpretaciones y posturas distintas sobre la cuestión ambiental y el modelo de desarrollo, que incluso hoy en día siguen presentes. Si bien existe un consenso mundial que se manifiesta en los acuerdos de la comunidad internacional auspiciados por la ONU, también sigue habiendo voces críticas como la de Michael Lowy o John Bellamy Foster que pugnan por formas distintas de abordar las cuestiones del desarrollo y los impactos ambientales que ello implica, y por un cambio radical en el modelo de civilización occidental capitalista/industrial basada en el individualismo y la competencia, en la explotación del trabajo y de la naturaleza, y en la destrucción masiva del medio ambiente.

información, la participación y la justicia ambiental. También la *Agenda 21* destaca la importancia de involucrar a los Grupos Principales de la sociedad¹⁴ en la adopción de decisiones como uno de los requisitos fundamentales para alcanzar el desarrollo sustentable (capítulos 23 a 32).

Con la incorporación de la protección y el mejoramiento del ambiente como parte sustancial del proceso de desarrollo, bajo el principio de “quien contamina paga”, se planteó la necesidad de promover políticas económicas para inhibir prácticas que propician el deterioro ambiental y el agotamiento de recursos naturales, y estimular la protección del ambiente. La internalización de los costos ambientales se impulsó mediante la introducción de instrumentos económicos como impuestos ecológicos, incentivos financieros y fiscales, y mecanismos de emisión de permisos comercializables, entre otros, incluidos los de reparación del daño y reposición del recurso, y los de capacitación en las inversiones ambientales, para responder a criterios económico-ambientales y no sólo económicos (Cap. 2 de la Agenda 21) (Urquidi, 1998).

En particular, la **dimensión económica del desarrollo sustentable** se centra en promover un crecimiento inclusivo, que redunde en un mayor bienestar y equidad social, sin aumentar la presión ambiental. Las actividades económicas deben utilizar los recursos –como el agua, la energía, la tierra, los combustibles fósiles, minerales, metales, etc.– de manera eficiente, en menor cantidad por unidad de producción, y generar los menores impactos posibles en el medio ambiente a lo largo de todo el ciclo de vida (extracción, producción/fabricación, consumo/uso, o eliminación después del consumo), es decir, desacoplar los flujos de materiales y de energía del progreso social y económico¹⁵. En la **dimensión social**, la sustentabilidad busca asegurar que todas las personas tengan las mismas oportunidades de acceso y uso de los recursos y servicios necesarios para tener una vida digna, tales como el agua, el saneamiento y la energía. Para que el desarrollo sea socialmente justo es necesario instrumentar los principios de equidad, no discriminación, inclusión e igualdad de género, entre otros, para que todas las personas, independientemente de su condición socioeconómica, sexo, origen nacional o étnico, color, religión u otra condición, puedan ejercer sus derechos y beneficiarse del crecimiento económico. El propósito final es eliminar la pobreza.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), actualmente habitan en el planeta casi siete mil millones de personas, y se estima que ascenderán a cerca de nueve mil millones en 2050. Su bienestar requerirá crecimiento, lo que necesariamente provocará la expansión de las actividades económicas y su consecuente impacto ambiental. La extracción de recursos naturales para la actividad económica aumentó considerablemente durante el siglo XX¹⁶ y se estima que la explotación

¹⁴ Como Grupos Principales se destaca a las autoridades locales, los representantes del comercio y la industria, la comunidad científica y tecnológica, los agricultores, las organizaciones no gubernamentales, las mujeres, los niños y jóvenes, las poblaciones indígenas y sus comunidades, y los trabajadores y sindicatos (ONU, 1992b).

¹⁵ En el enfoque económico, según Arce Navarro (2018), el desarrollo sustentable debe combinarse con el crecimiento económico, el fortalecimiento de la competitividad, una mejor gestión de la naturaleza y la biodiversidad, así como con una disminución de los contaminantes; es decir debe entenderse como un "crecimiento inteligente" de la economía, con el cual se aumenta la protección y restauración del medio ambiente. Por su parte, la interpretación sectorial se basa en las actividades productivas, que sólo serán sustentables si en su desarrollo no impactan al medio ambiente y resultan redituables económicamente.

¹⁶ “La extracción anual de materiales de construcción se multiplicó por 34, la de minerales por 27, la de combustibles fósiles por 12, la biomasa por 3.6, y la extracción total de materiales fue ocho veces mayor en el año 2000 que en el año 1900”. (PNUMA, 2011).

actual podría triplicarse para mediados del siglo XXI si los países industrializados mantienen su consumo de recursos per cápita y los países en desarrollo aumentan sus tasas de consumo llevándolas al mismo nivel que los países industrializados¹⁷.

Si bien algunos países desarrollados han implementado medidas para estabilizar o incluso disminuir su consumo interno de recursos, se abastecen de bienes que contienen componentes producidos en otros países donde se utilizan importantes cantidades de energía, agua y minerales. Ello hace que, en realidad, estén “resolviendo” su problema de alta intensidad de recursos exportándolo a otros países de menor desarrollo.

Por lo anterior, el desacoplamiento requerirá cambios significativos en las políticas gubernamentales, el comportamiento de las empresas y las pautas de consumo de la población. Por ejemplo, será necesario promover políticas explícitamente orientadas a reducir la intensidad de uso de los recursos; impulsar tecnologías que usen menos energía, agua o minerales; desarrollar e implementar políticas y señales de mercado para operar una transición hacia una economía limpia que resulte atractiva y rentable, entre otros aspectos. Dichos cambios no sólo contribuirán a que sobreviva la civilización humana, sino también a reducir la pobreza y las desigualdades sociales (PNUMA, 2011).

En resumen, el desarrollo sustentable requiere de una **transición ecológica** hacia un nuevo modelo de desarrollo que asegure la capacidad del planeta para satisfacer las necesidades de la población, lo que conlleva procesos de cambio en los sistemas de producción y consumo, en las instituciones, en las políticas gubernamentales, en el comportamiento de las empresas, y en las formas de vida y los valores de la población (García G., 2021).

- **Operativización del desarrollo sustentable**

Para hacer operativo el concepto de desarrollo sustentable se han planteado diversas formas. Para autores como Jorge Riechman (citado en Pamplona, 2000) se requiere de una acción interdisciplinaria, guiada por principios como los siguientes:

1. *Principio de irreversibilidad cero*: disminuir a cero las intervenciones acumulativas y los daños irreversibles.
2. *Principio de la recolección sostenible*: las tasas de recolección de los recursos renovables deben ser iguales a sus tasas de regeneración.
3. *Principio del vaciado sostenible*: la explotación de recursos naturales no renovables es casi sostenible cuando la tasa de vaciado sea igual a la tasa de creación de sustitutos renovables.
4. *Principio de la emisión sostenible*: las tasas de emisión de residuos deben ser iguales a las capacidades naturales de asimilación de los ecosistemas a los que se emiten esos residuos.

¹⁷ Un método para medir el uso de los recursos en las actividades económicas es la “contabilidad de flujos materiales” (*material flow accounting* – MFA). El uso de recursos materiales equivale a la cantidad anual de materias primas extraídas. A nivel individual, el uso de recursos per cápita se mide con la tasa metabólica, que varía de manera importante en los distintos países y cambia con las pautas económicas y de desarrollo. Por ejemplo, en la India, una persona adicional significa una utilización media de recursos de 4 toneladas, mientras que una persona más en Canadá supone 25 toneladas más de recursos utilizados. En 2005, un habitante del planeta requería entre 8.5 y 9.2 toneladas de recursos por año, mientras que un siglo antes la tasa metabólica media mundial per cápita era de 4.6 toneladas (PNUMA, 2011).

5. *Principio de selección sostenible de tecnologías:* se deben favorecer las tecnologías que aumenten la productividad de los recursos (menor volumen extraído por unidad) frente a las que incrementen la cantidad extraída de recursos (eficiencia frente a crecimiento).
6. *Principio de precaución:* ante la amenaza de que se presente algún riesgo a la salud pública o al medio ambiente, y ante la falta de certeza científica sobre sus causas y efectos, se deben adoptar medidas de protección antes de que éste se produzca.

También se han utilizado herramientas de la economía, principalmente a través de dos enfoques: la economía ambiental y la economía ecológica.

- ***Economía ambiental***

La economía ambiental surge en la década de los años 70 del siglo pasado como respuesta de los economistas neoclásicos a la crisis ambiental que iniciaba en esos años y, en particular, ante el cuestionamiento de que el crecimiento económico de los países industrializados se había conseguido contaminando el medio ambiente global. Los daños causados por terceros afectaban a otros que no recibían ninguna compensación.

Se basa en los conceptos y supuestos básicos de la teoría neoclásica, según la cual los bienes son valorados en función de su abundancia o escasez en el mercado. Cuando son escasos, se les considera bienes económicos. Ante la presencia de condiciones de agotamiento (y por lo tanto de escasez) de algunos recursos naturales como el agua, la biodiversidad, los bosques, o algunas fuentes de energía no renovable, éstos adquieren estatus de bien económico. Sin embargo, dada su condición de bienes comunes sin derechos de propiedad claros y transferibles, y sin precio o valor, los recursos naturales y el medio ambiente se encuentran externos al mercado, y la idea de “gratuidad” de los mismos promueve la explotación irracional de la naturaleza. La manera de incorporarlos al mercado y que tengan las características de un bien económico, es adjudicándoles un precio y/o derecho de propiedad para incorporar las externalidades (Chang, 2005).

Las externalidades pueden ser de dos tipos: negativas y positivas. Las primeras se presentan cuando alguna acción –como la producción o consumo de un bien o servicio– se basa únicamente en sus costos y beneficios sin tener en cuenta los costos indirectos que afectan de manera perjudicial a terceros y esos efectos no se reflejan totalmente en los precios de mercado, imponiendo un costo a otros. Un ejemplo de este tipo de externalidades es la contaminación (Olmedillas y Cabañes, 2000)¹⁸. Por el contrario, las externalidades positivas son aquellas que afectan favorablemente a terceros (por ejemplo, la instalación de un panel solar, que disminuye las emisiones de contaminantes a la atmósfera, de lo cual se beneficia el resto de la sociedad).

En estos términos, según Hartley (2008) el desarrollo implica enfrentar el reto de un crecimiento sostenible con una adecuada administración de los recursos y la interiorización de las externalidades. Por ello, la economía ambiental propone básicamente tres aspectos: la valoración económica de los recursos naturales, la valoración económica de los impactos negativos sobre el entorno, y la utilización

¹⁸ Los primeros estudiosos de las externalidades, como Ronald Coase, se centraron en el estudio de “aquellas acciones de las empresas que tienen efectos perjudiciales sobre terceros”, es decir, circunstancias que se caracterizan por costos marginales sociales superiores a los privados. Ver Olmedillas y Cabañes (2000).

de instrumentos y herramientas con criterios de mercado, tales como impuestos, permisos de contaminación, subsidios, entre otros.

Para definir los alcances de la economía ambiental Urquidi propone cuatro niveles (Urquidi, 1998):

- i. El nivel macro, centrado en la relación desarrollo/ambiente, donde se entiende al desarrollo más allá del crecimiento económico. Considera las aspiraciones y necesidades sociales, la formación de recursos humanos (educación, desarrollo de capacidades), el progreso tecnológico, mejoras distributivas, entre otros aspectos;
- ii. El nivel sectorial, donde se consideran las interrelaciones económicas y se parte de que las economías que invierten en el ambiente, logran mayor competitividad y eficiencia internacionales. Las inversiones deben incluir los costos ambientales (reparación del daño, reposición del recurso) y estar sujetas a los mismos criterios de rentabilidad que las demás inversiones (análisis costo beneficio). Para responder a criterios económicos ambientales, los diferentes sectores deben internalizar los costos ambientales;
- iii. El nivel microeconómico que se centra en la actitud y conducta de la unidad de producción en sus distintas formas (empresa, hogares), que debe internalizar los costos ambientales. De acuerdo con el principio "quien contamina paga", la empresa debe minimizar los costos ambientales por medio de inversiones e innovaciones tecnológicas. La contribución del Estado a este nivel es fundamental, porque puede proporcionar incentivos para los cambios, por medio de diversos instrumentos como son: impuestos, estándares, permisos negociables, etc.;
- iv. El nivel global o planetario. Reconoce que la contaminación en sus distintas formas no tiene fronteras ni territorios específicos. Se interesa por problemáticas como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la contaminación de aguas, la erosión de suelos y otros. Estos problemas se entienden como fenómenos físicos y biológicos antropogénicos, y su control y prevención tienen un costo económico que la sociedad debe estar dispuesta a pagar.

- **Economía ecológica**

Los planteamientos de la economía ambiental, sin embargo, han sido criticados por estudiosos como Joan Martínez Alier¹⁹, que pone en duda parte del instrumental de la economía neoclásica en que se basa ésta, y plantea una forma distinta de visualizar y asumir las relaciones entre los sistemas físico y social, con un enfoque transdisciplinario y con fundamento en valores como la eficiencia, la equidad, la ética, la justicia, y la capacidad de regeneración y asimilación de los ecosistemas y del ecosistema global de forma sustentable.

Dicho autor propone medir la sustentabilidad a través de indicadores biofísicos como complemento a los monetarios, y por ello incorpora en el análisis aspectos que pueden quedar ocultos por el sistema

¹⁹ Martínez-Alier es un economista conocido por su crítica de la teoría económica establecida y las perspectivas tradicionales del crecimiento económico. Fundador y promotor de la economía ecológica y el ecologismo de los pobres, es también una figura importante en el movimiento por el "decrecimiento" que enfatiza la necesidad de reducir el consumo y la producción global, abogando por el reemplazo del PIB como indicador de prosperidad por medidas de bienestar social y ambiental para lograr una sociedad socialmente justa y ecológicamente sostenible. Entre sus libros más importantes se encuentran: *Ecological Economics: Energy, Environment and Society* (con Klaus Schlüpmann) (1987), y *The Environmentalism of the Poor: A Study of Ecological Conflicts and Valuation* (2002).

de precios, que podrían subvaluar los recursos y procesos ambientales, así como sus repercusiones. Reconociendo que el planeta es finito, plantea que el grado hasta el cual debe operar la actividad económica estará definido por la escala, es decir, por la capacidad de los ecosistemas para soportarla. De esta manera, plantea el concepto de “economía ecológica”, que pone énfasis en los tiempos de producción de la naturaleza, en contraste con los tiempos de producción del sistema económico.

La economía ecológica se fundamenta en tres principios biofísicos (Haro-Martínez y Taddei-Bringas, 2014):

- i) La materia y la energía no se crean ni se destruyen, sólo se transforman (primera ley de la termodinámica), y por ello permanecen constantes en un sistema cerrado, como es el caso de la Tierra. Esto implica que, cuando se extraen recursos o se utiliza energía, estos elementos deben regresar en la misma proporción y, en este contexto, los procesos de producción y consumo siempre generarán residuos.
- ii) La materia y la energía se degradan continuamente en un sentido, de utilizable a inutilizable, o de disponible a no disponible (segunda ley de la termodinámica). Por lo tanto, cada vez que se lleva a cabo un proceso se consume cierta cantidad de energía que no es recuperable y que no estará disponible en el futuro. De esta manera, lo que confiere valor a la materia o energía es su disponibilidad para ser utilizada.
- iii) No es posible extraer más recursos de los que la naturaleza puede regenerar, ni generar más residuos de los que la naturaleza puede asimilar.

La economía ecológica utiliza diversos métodos para hacerse operativa, que van desde algunos que comparte con la economía neoclásica ambiental, como el análisis costo-beneficio, la valoración económica, la contabilidad económico-ambiental, el análisis de insumo-producto, el análisis econométrico, hasta métodos más “heterodoxos” como el análisis de criterios múltiples (MCA), la valoración monetaria deliberativa (DMV), la evaluación del ciclo de vida (LCA), y métodos cualitativos, como la economía de la felicidad y la evaluación ambiental integrada (Bartkowski, 2016).

En este sentido, autores como Haro-Martínez y Taddei-Bringas (2014) señalan que, para avanzar hacia el desarrollo sustentable es conveniente utilizar los instrumentos que proponen tanto la economía ambiental como la economía ecológica, ya que se complementan para tomar decisiones integrales, y proponen trascender el falso dilema entre las posturas que descalifican las herramientas de uno u otro de estos enfoques.

- ***Economía circular***

La economía circular es un modelo económico basado en el principio de “cerrar el ciclo de vida” de los recursos, de forma que se produzcan los bienes y servicios necesarios al tiempo que se reduce el consumo y el desperdicio de energía, agua y materias primas.

Autores como David Pearce y Kerry Turner citados en Hartley (2008), aunque basan sus argumentos en la teoría neoclásica, como lo hace la economía ambiental, ven las interacciones entre economía y ambiente como una forma más holística que la simple internalización de los costos externos y determinan que la economía no es un sistema lineal como lo explica la teoría convencional, sino que es un sistema cerrado, circular, al cual han reingresado insumos degradados en forma de residuos, dando origen al concepto de Economía Circular.

El objetivo de la economía circular es “preservar el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, evitando enviar de regreso a la naturaleza la mayor cantidad de desechos que sea posible y logrando que estos se reintegren al sistema productivo para su reutilización” (de Miguel et al, 2021). De esta forma, se reduce al mínimo la generación de residuos y se cierra su ciclo de vida, con lo cual éstos dejan de ser considerados como desechos y se convierten en recursos. Cada ciclo de vida prolongado evita el ingreso de nuevos materiales, energía y mano de obra necesarios para crear un nuevo producto, lo que reduce la presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

Promover la economía circular está en línea con la transición hacia el desarrollo sustentable y con la Agenda 2030²⁰, porque implica transformaciones en los patrones de producción y consumo que involucran a todos los sectores de la sociedad en la prevención, reutilización, reciclado, recuperación de energía y en la disposición final de los residuos, y tiene un gran potencial para alcanzar objetivos de crecimiento económico, creación de empleos, reducción de impactos ambientales, y combate al cambio climático²¹. La economía circular busca, en última instancia, desacoplar el desarrollo y el crecimiento económico del uso de recursos naturales y energía, como lo establece la Meta 8.4: “Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio” de los ODS.

²⁰ Entre las metas de los ODS que promueven cambios en los patrones de producción y consumo se encuentran la Meta 8.4 que busca mejorar progresivamente la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente; la Meta 11.6 orientada a reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, entre otros aspectos mediante la gestión de los desechos municipales y de otro tipo; la Meta 12.3 que pretende reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial; la Meta 12.4 para lograr la gestión ecológicamente racional de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, y la Meta 12.5 que busca reducir la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización (ONU, 2015 citado en De Miguel et al (2021).

²¹ La Fundación Ellen MacArthur en su artículo “Completando el cuadro: cómo la economía circular aborda el cambio climático” (2019) muestra cómo los principios y las estrategias de economía circular reducen considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero.

Metas y mecanismos globales de medición de avances del desarrollo

A lo largo de las últimas décadas, la ONU ha liderado diversos esfuerzos para avanzar en la instrumentación del desarrollo sustentable. A continuación se describen los más importantes.

- **Índice de Desarrollo Humano (IDH)²²**

El progreso de las sociedades se ha medido tradicionalmente como algo puramente económico, tomando como referencia al Producto Interno Bruto (PIB). En 1990, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) desarrolló una nueva forma de concebir y medir el progreso a través del Índice de Desarrollo Humano (IDH), que evalúa tres dimensiones básicas: una vida larga y saludable, el acceso al conocimiento y un nivel de vida digno. El indicador que se utiliza para medir una vida larga y saludable es la esperanza de vida. El nivel de conocimiento se mide a través de la media de los años de escolaridad de la población adulta (de 25 años o más), y el acceso al aprendizaje y el conocimiento, mediante los años esperados de escolaridad de los niños en edad de iniciar la escuela. El nivel de vida se mide a través del ingreso nacional bruto (INB) per cápita, utilizando tasas de conversión de paridad de poder adquisitivo (PPA).

En 2010, el Informe sobre Desarrollo Humano introdujo tres índices adicionales: el Índice de Desarrollo Humano para medir la desigualdad (IDH-D); el Índice de Desigualdad de Género, que refleja las desigualdades basadas en el género en tres dimensiones: salud reproductiva, empoderamiento y actividad económica; y el Índice de Pobreza Multidimensional, que identifica múltiples privaciones superpuestas en aspectos como la nutrición, la salud infantil, la calidad de la vivienda, entre otros, que sufren las personas en las tres dimensiones ya señaladas. En 2014 introdujo un nuevo Índice, el de Desarrollo de Género, que mide las tres dimensiones básicas del desarrollo humano diferenciando entre hombres y mujeres: esperanza de vida al nacer de mujeres y hombres, años esperados de escolaridad de las niñas y los niños, y promedio de años de escolaridad de las mujeres y los hombres adultos de 25 años o más, así como el control sobre los recursos económicos (medido según el INB per cápita estimado de mujeres y hombres). Lo anterior evidencia las brechas de género existentes en áreas críticas para el desarrollo humano.

- **Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**

La Agenda 2030 es un plan de acción mundial hasta el año 2030 para erradicar la pobreza, proteger al planeta y asegurar la prosperidad de todas las personas en un marco de respeto a los derechos humanos, como parte de una nueva agenda de desarrollo sustentable. Fue adoptada en la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015.

Tiene 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y 169 metas de carácter universal que abarcan las tres dimensiones del desarrollo sustentable: social, económica y ambiental (ONU, 2015). Establece que el crecimiento económico es indispensable para erradicar la pobreza y generar empleos, pero debe ir acompañado de avances significativos en la satisfacción de las necesidades fundamentales de la

²² La información correspondiente al IDH se tomó de PNUD, 2020.

población –como salud, educación, protección social, entre otras– de manera equitativa. Estos dos objetivos (desarrollo económico y social) deben ser compatibles con el cuidado del medio ambiente.

Figura II.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)



Fuente: Organización de las Naciones Unidas. Tomada de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/news/communications-material/>

- **Huella ecológica**

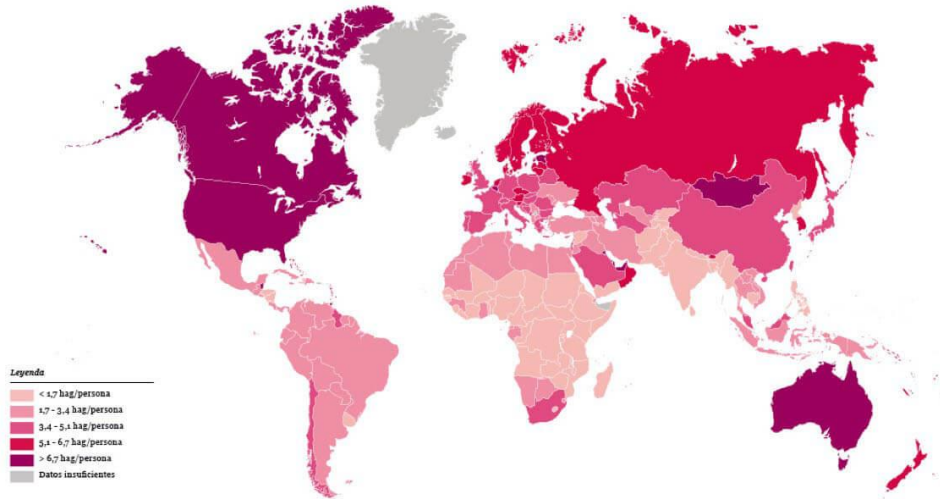
Otro instrumento que se ha desarrollado para medir el impacto de las actividades humanas sobre la naturaleza es la Huella ecológica, creada por William Rees y Mathis Wackernagel en 1996. Se basa en el principio de que todas las decisiones que tomamos como consumidores tienen un impacto sobre el planeta y se calcula con base en el consumo de recursos de una persona, una actividad, una ciudad o un país durante un periodo de tiempo determinado y en relación con la capacidad del medio ambiente de regenerar dichos recursos. Se mide en hectáreas globales (gha), unidad que permite comparar diferentes tipos de terrenos y su capacidad productiva, lo que hace posible visualizar hasta qué punto se está excediendo la capacidad del planeta de restablecer los recursos naturales que estamos demandando.

Según la organización *World Wildlife Fund* (WWF), para vivir con los recursos disponibles de nuestro planeta, la huella ecológica de la humanidad debería ser menor que la biocapacidad de la Tierra, que actualmente es de 1.6 hectáreas globales por persona. Como se puede ver en la siguiente figura, la mayoría de los países del mundo, a excepción de varios africanos y países asiáticos como India, Pakistán, Afganistán, Camboya y otros, tienen huellas ecológicas que rebasan los límites establecidos. Esto, además, se agrava, considerando que entre 1961 y 2022, la huella ecológica se ha multiplicado por tres y la biocapacidad ha disminuido 50% (WWF, 2023).

Las actividades que más han repercutido en el crecimiento de la huella ecológica mundial son la quema de combustibles fósiles, la agricultura y la ganadería.

Figura II.2. La huella ecológica en el mundo

El consumo en el mundo



Fuente: WWF, tomada de https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/informe_planeta_vivo_ipv/huella_ecologica/

Cambio climático

Para entender el cambio climático es importante mencionar al sistema climático, integrado por cinco grandes componentes:

- la atmósfera (capa de gases que cubre al Planeta Tierra, que se inicia desde el nivel del mar y alcanza una altura superior a los 100 km);
- la hidrosfera (compuesta por el agua, que cubre aproximadamente el 71% de la superficie de la Tierra);
- la criosfera (compuesta por la nieve, el hielo y permafrost existentes sobre y bajo la superficie de la Tierra y los océanos);
- la superficie terrestre; y
- la biosfera (zona gaseosa, sólida y líquida de la superficie terrestre que se encuentra ocupada por los seres vivos que integran el medio ambiente).

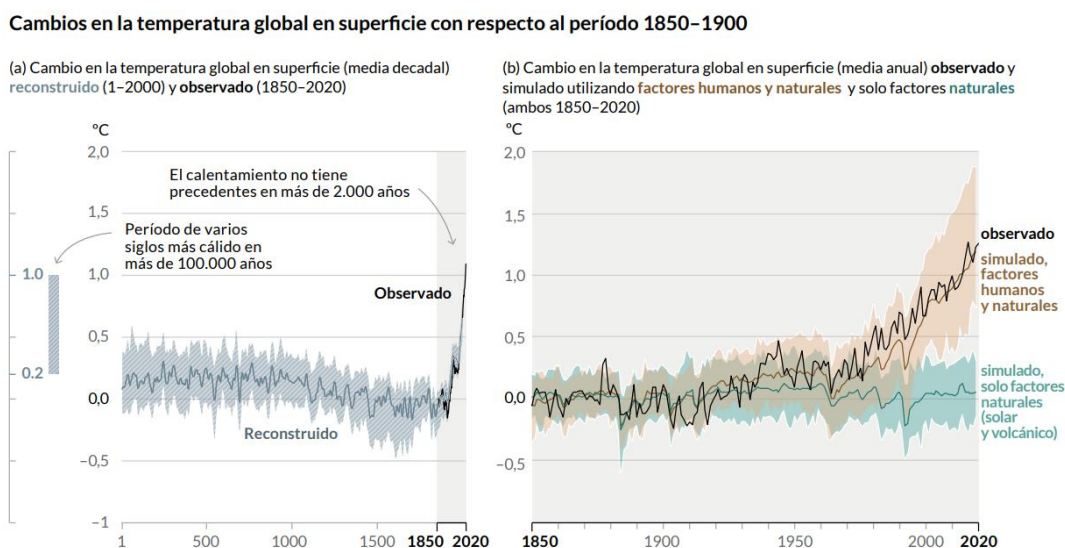
El sistema climático evoluciona con el tiempo bajo la influencia de las interacciones de sus cinco componentes, y se modifica debido a forzamientos externos como las erupciones volcánicas, las variaciones solares y las actividades humanas que pueden alterar la composición de la atmósfera y de la superficie terrestre. Los procesos atmosféricos tales como la disposición de la radiación solar entrante, las temperaturas en la superficie de la Tierra, la distribución espacial del agua en la biosfera

terrestre y la distribución de nutrientes de los océanos desempeñan un papel principal en la determinación de las propiedades fundamentales del clima. La Tierra debe regresar al espacio exterior por lo menos la misma cantidad de energía que recogen la superficie y la atmósfera.

El **efecto invernadero** es un proceso natural en el que la radiación térmica emitida por la superficie del planeta es absorbida por los gases de efecto invernadero (GEI) atmosféricos²³ y es irradiada en todas las direcciones, lo que resulta en un incremento de la temperatura superficial media con respecto a lo que existiría en ausencia de los GEI. Sin el efecto invernadero natural, la temperatura promedio de la Tierra sería cercana a -18°C , siendo que el promedio de la temperatura terrestre que permite la vida como la conocemos, es de 15°C . El problema se manifiesta cuando se aumenta la concentración de GEI en la atmósfera, ya que esto ocasiona un incremento adicional de la temperatura.

Conforme a los análisis científicos realizados por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), existe evidencia de que la actividad humana, en particular la combustión de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón) que genera la mayor parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), ha causado un calentamiento global de aproximadamente 1.0°C con respecto a los niveles preindustriales²⁴ y se espera que llegue a 1.5°C entre 2030 y 2052 si continúa aumentando al ritmo actual (IPCC, 2018). En la figura II.3 se pueden observar los cambios registrados en la temperatura global de 1850 a 2020.

Figura II.3. Cambios en la temperatura global 1850-2020



Fuente: IPCC, 2021

En este contexto, la CMNUCC define el cambio climático como “el cambio en el clima que es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima que se ha observado sobre períodos de tiempo” (ONU, 1992).

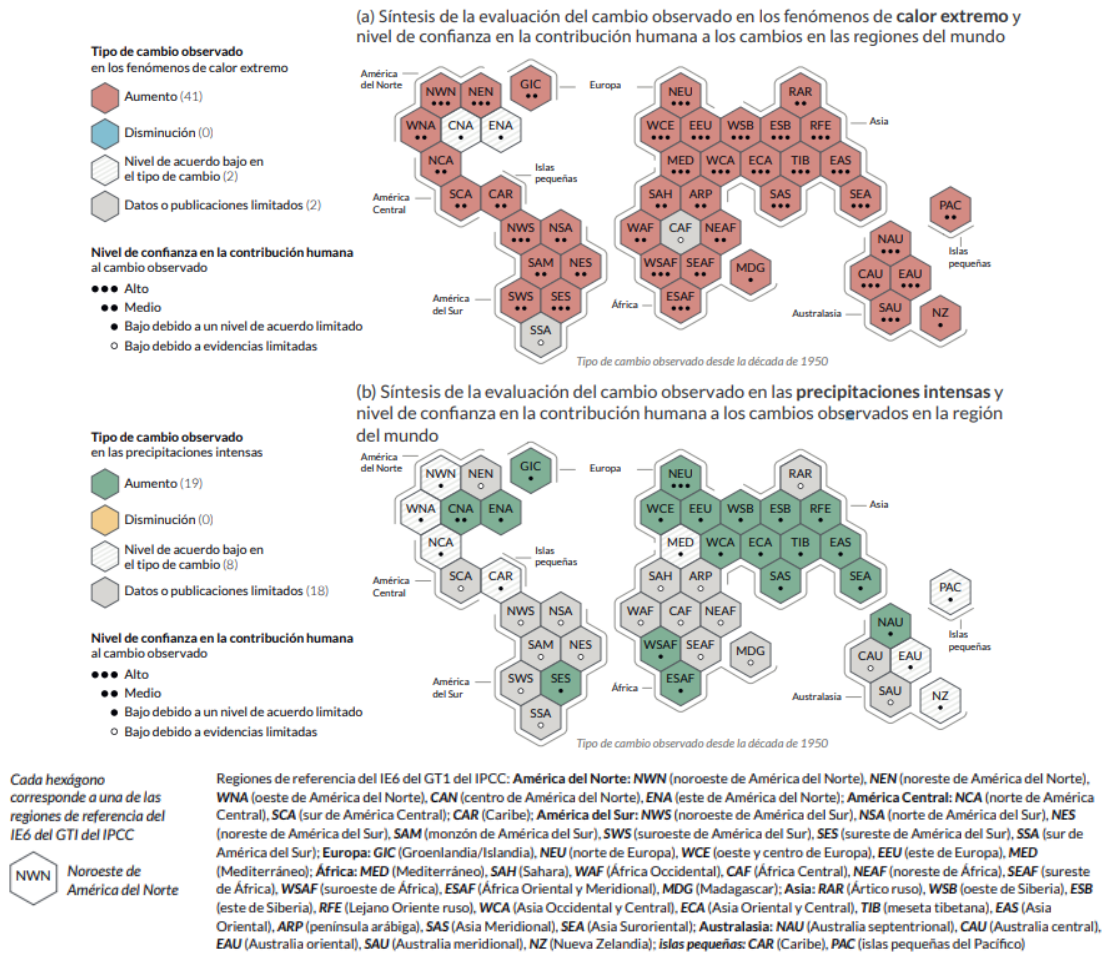
²³ Los principales gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), el ozono (O_3) troposférico, los gases fluorados y el vapor de agua (H_2O).

²⁴ La Revolución Industrial es el punto de partida del crecimiento económico basado en los procesos tecnificados de producción y en el uso intensivo, extensivo e irracional de los recursos naturales.

Cabe señalar que el Informe Stern sobre la economía del cambio climático (Stern, 2006) popularizó la consideración del cambio climático como “la principal falla de mercado que ha visto el mundo” y la mayor externalidad negativa, ya que el clima es un bien público global y las causas y consecuencias del cambio climático son mundiales pero diferenciadas y heterogéneas por países. En general, los países desarrollados generan una mayor proporción de GEI, pero sufren menores impactos económicos y disponen de mayor capacidad de adaptación y para la mitigación en comparación con los países en desarrollo (SEMARNAT, 2009).

El cambio climático con frecuencia exagera las desigualdades sociales, económicas, de género y de acceso a los recursos. El Sexto Informe del IPCC concluye que los cambios del clima y los eventos extremos ya se presentan en todas las regiones del planeta (Figura II.4), y que las decisiones que se tomen hoy para la mitigación y la adaptación al cambio climático, definirán la forma de vida de los años por venir.

Figura II.4. Cambios del clima y eventos extremos en regiones del mundo



Fuente: IPCC (2021)

• **Mitigación del cambio climático**

La mitigación del cambio climático se refiere a los esfuerzos para reducir o prevenir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (GyCEI) y para aumentar los sumideros de estos gases. Ello

implica transformaciones económicas y sociales basadas en la mejor ciencia disponible, así como la puesta en marcha de políticas, estrategias y medidas que involucran tanto al sector público como al privado.

El primer intento de la comunidad internacional para hacer frente a las crecientes emisiones de GyCEI fue la creación de la CMNUCC en 1992. En su tercera conferencia de las Partes (COP 3) realizada en la ciudad japonesa de Kioto en 1997 se firmó el Protocolo que lleva el nombre de dicha ciudad, en el que algunos países industrializados se comprometieron a reducir las emisiones. El Protocolo de Kioto entró en vigor hasta 2005 y su primer periodo tuvo vigencia hasta el 2012. Su segundo periodo comenzaría en 2013 y duraría hasta 2020, sin embargo, países altamente emisores como Estados Unidos, Rusia y Canadá decidieron no firmar la prórroga. Ante esta situación se buscó llegar a un acuerdo sucesor que, después de un amplio proceso de negociaciones, se concretó en el Acuerdo de París en 2015, durante la COP 21 que se llevó a cabo en París, Francia.

A diferencia del Protocolo de Kioto que establecía sólo compromisos para países desarrollados, el Acuerdo de París partió de la voluntad de cada país para establecer compromisos nacionalmente determinados (NDC por sus siglas en inglés), en función de sus agendas nacionales y de sus capacidades y posibilidades.

El Acuerdo de París fue adoptado por 192 países y la Unión Europea en su conjunto, y entró en vigor en noviembre de 2016, convirtiéndose en el primer tratado internacional sobre cambio climático jurídicamente vinculante, y en el pacto global para descarbonizar las economías y las sociedades.

Su objetivo es promover la transición hacia economías bajas en emisiones y resilientes al cambio climático, mediante la reducción de las emisiones de GyCEI que hoy se ubican en su nivel histórico más alto, de forma que se mantenga el calentamiento global del planeta por debajo de los 2°C –umbral a partir del cual los científicos alertan sobre el desencadenamiento de consecuencias catastróficas para los ecosistemas y la vida humana en la Tierra– al final de siglo, en comparación con los niveles previos a la Revolución Industrial.

Todas las partes signatarias del Acuerdo tienen obligaciones de reducir sus emisiones. Si bien 198 países presentaron sus NDC, la suma de éstas es insuficiente para limitar el calentamiento global entre 1.5 y 2°C (IPCC, 2018). Por ello, el Acuerdo establece que cada cinco años se tienen que revisar las NDC para aumentar su ambición.

- ***Adaptación al cambio climático***

La adaptación es un componente fundamental en la respuesta mundial frente a los impactos del cambio climático. Según la CMNUCC, se refiere a “los ajustes en los sistemas ecológicos, sociales o económicos en respuesta a estímulos climáticos reales o previstos y sus efectos o impactos” y a “cambios en los procesos, prácticas y estructuras para moderar los daños potenciales o para beneficiarse de las oportunidades asociadas con el cambio climático”²⁵.

²⁵ Ver: <https://unfccc.int/es/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/que-significa-adaptacion-al-cambio-climatico-y-resiliencia-al-clima#:~:text=Se%20refiere%20a%20cambios%20en,asociadas%20con%20el%20cambio%20clim%C3%A1tico>

Se trata de un proceso iterativo que busca reducir la vulnerabilidad al cambio climático de las poblaciones humanas, los sistemas productivos, la infraestructura estratégica y los ecosistemas, en el que es necesario incorporar la igualdad de género y su interacción con otros factores sociales que definen a las personas, tales como la condición étnica y la edad, entre otros²⁶. Cada medida de adaptación depende del contexto local en el que se desarrolle y para su implementación se requiere la participación activa de todos actores de la sociedad: gobiernos, comunidades, empresas, organizaciones.

Transición energética

La transición ecológica requiere también de cambios en el modelo energético, que debe orientarse, entre otros aspectos, a la reducción de las emisiones de GEI para dar cumplimiento al Acuerdo de París y mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de 1.5°C.

Según el IPCC, para evitar los peores efectos del cambio climático es necesario reducir en aproximadamente 45% las emisiones globales netas de CO₂ antes de 2030 con respecto a los niveles de 2010 y eliminarlas por completo en 2050. Para ello, serán necesarias transiciones rápidas y de gran alcance en los sistemas energético, urbano y de infraestructuras (incluido el transporte y los edificios) e industrial (IPCC, 2018).

La energía es el factor que contribuye principalmente al cambio climático y representa alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de GEI. Más del 80% de la oferta energética en el mundo está representada actualmente por los combustibles fósiles (IPCC, 2011).

La transición energética implica pasar de un modelo basado en los combustibles fósiles a un sistema de energías limpias, es decir, descarbonizar la economía mediante un modelo de desarrollo que reduzca las emisiones de CO₂ y otros GEI a través del incremento de la participación de las energías renovables en el consumo final de energía y de la generación de electricidad.

Para ello es necesario realizar múltiples acciones paralelas en la producción, distribución, conservación y consumo de energía; en la sustitución de fuentes de energía fósil por fuentes renovables como la energía solar o la fotovoltaica; en la optimización del consumo energético para alcanzar niveles determinados de confort y de servicio, es decir, en eficiencia energética. También se requieren acciones en el transporte y la movilidad, en la industria, las viviendas, comercios y servicios; y en los sistemas agrícolas y ganaderos.

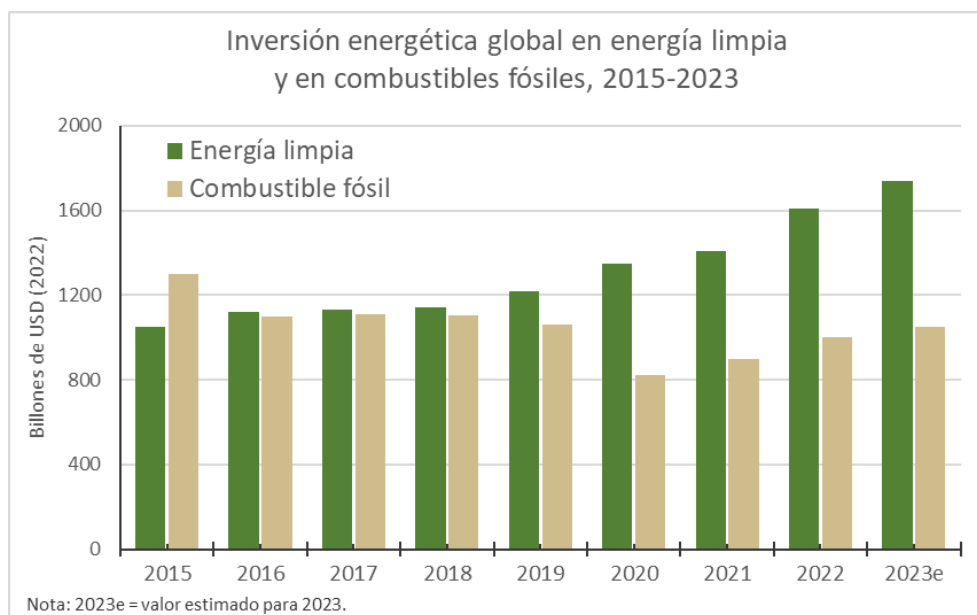
Todas las sociedades necesitan de servicios energéticos para cubrir las necesidades humanas básicas (iluminación, preparación de alimentos, movilidad, ambientación, comunicación) y para llevar a cabo los procesos productivos. Desde la segunda mitad del siglo XIX, la utilización de combustibles de origen fósil (carbón, petróleo y gas) en todo el mundo ha aumentado hasta convertirse en el suministro de energía predominante, situación que ha dado lugar a un rápido aumento de las emisiones de CO₂. Además, la demanda de energía y de servicios conexos va en aumento (IPCC, 2011).

²⁶ La Ley de igualdad sustantiva entre hombres y mujeres en la CDMX (Congreso de la CDMX, 2022) define el principio de igualdad de género de la siguiente manera: “posibilidad y capacidad de ser titulares cualitativamente de los mismos derechos, sin importar las diferencias del género al que pertenezcan”.

La energía renovable es un medio para proveer servicios energéticos de una manera sustentable y tiene un gran potencial para mitigar el cambio climático. También contribuye a ampliar el acceso a las fuentes de energía, a suministrar la energía de manera segura, a reducir impactos medioambientales y sanitarios negativos y a generar empleos. Se estima que por cada mil millones de dólares de inversión se crean 30,100 empleos. En 2010 la fabricación e instalación de sistemas de energía solar ya empleaba alrededor de 770,000 personas en todo el mundo (SENER-CONUEE, 2016). Todo lo anterior ayuda a la consecución de los ODS y, por lo tanto, al desarrollo social y económico (IPCC, 2011).

En los últimos años, las inversiones en energías limpias han sido impulsadas por una variedad de factores, entre los que se pueden mencionar: las variaciones en los precios de los combustibles de origen fósil; la implementación de políticas e instrumentos gubernamentales que están alineando las metas de cambio climático y seguridad energética en diversos países de la Unión Europea, Estados Unidos (*US Inflation Reduction Act*), Japón o China (Programa “Hecho en China”), principalmente; el abaratamiento de tecnologías limpias y el aumento de la demanda de energía, entre otros factores. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), se espera que la inversión anual en energía limpia aumente 24% entre 2021 y 2023, en comparación con un 15% en energías fósiles, siendo la energía solar y los vehículos eléctricos los que lideren el crecimiento esperado en la inversión (IEA, 2023).

Figura II.5. Inversión energética global en energía limpia y en combustibles fósiles, 2015-2023



Fuente: IEA (2023), *World Energy Investment 2023*.

En concordancia con lo anterior, a nivel mundial se espera que la producción de energía renovable constituya la mayor parte de la producción de energía a mediados del siglo XXI. La IEA estima que los generadores solares podrían producir la mayoría de la energía al 2060 y la energía solar fotovoltaica suministrará más de la mitad de la electricidad (Sills, 2011).

- **El papel de las ciudades en la transición energética**

Actualmente poco más de la mitad de la población mundial vive en ciudades y se espera que 7 de cada 10 personas vivan en estas en 2050 (UN Habitat, 2022). Las ciudades son el motor del crecimiento económico. Consumen el 75% de los recursos naturales, el 80% de la energía (en edificaciones, transporte e industria, primordialmente) y generan aproximadamente el 60% de las emisiones de GEI. Además, la población urbana demandará cada vez más energía, agua, infraestructura, y servicios para mantener y mejorar su nivel de vida, así como para tener condiciones para enfrentar un mundo más competitivo y con recursos cada vez más escasos (Gobierno de México, 2016).

- **Eficiencia energética**

El concepto de eficiencia energética hace referencia a la capacidad de reducir la cantidad de energía que se utiliza para proporcionar bienes y servicios. La *Ley de Transición Energética* (LTE) la define como “todas las acciones que conlleven a una reducción, económicamente viable, de la cantidad de energía que se requiere para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que demanda la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior” (Cámara de Diputados, 2015). Dichas acciones son la piedra angular de la transición energética.

La eficiencia energética ha sido denominada por diversas instituciones y agencias internacionales como “el primer combustible”, en el sentido de que es el recurso que se debe utilizar antes que cualquier otra alternativa energética. Por ejemplo la Unión Europea en su *Reglamento 2018/1999 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima*, estableció los principios para el desarrollo de la eficiencia energética en los Planes Integrados de Energía y Clima de la siguiente manera: “los Estados miembros deben aplicar el principio de «primero, la eficiencia energética», que implica que, antes de adoptar decisiones de planificación, estrategia e inversión en materia de energía, se debe examinar si existen medidas alternativas en materia de eficiencia energética que sean eficientes en costes y adecuadas desde las perspectivas técnica, económica y medioambiental y puedan sustituir total o parcialmente a las medidas de planificación, estrategia e inversión previstas, y que permitan alcanzar aun así los objetivos de las decisiones correspondientes. Ello implica, en particular, que la eficiencia energética se trate como un elemento crucial y una consideración fundamental en las futuras decisiones sobre inversiones en infraestructuras energéticas en la Unión... Los Estados miembros también deben alentar la difusión de ese principio en las administraciones regionales y locales, así como en el sector privado” (UE, 2018, p.11 (64)).

Se trata de un componente fundamental de la política energética y de gran importancia para alcanzar las metas relativas al cambio climático que se han fijado países de todo el mundo. El principio de “primero la eficiencia energética”, significa que antes de decidir nuevas inversiones energéticas habrán de tenerse en cuenta medidas alternativas de ahorro de energía que eviten aumentar su producción. Ello supone un cambio del modelo tradicional de producción y consumo de energía, basado en grandes suministradores, dominado por los combustibles fósiles y consumidores pasivos que soportan precios elevados, hacia un sistema energético flexible, con energías renovables y consumidores activos que participan en el mercado eléctrico y abaratan la electricidad.

En este contexto, para implementar exitosamente políticas de eficiencia energética en un país, un gobierno subnacional o una organización específica, es necesario contar con cuatro elementos: normatividad, información, incentivos económicos y capacidades (Heins, 2022).

La eficiencia energética tiene múltiples beneficios económicos, ambientales, sociales y su importancia es indiscutible para mitigar el cambio climático. En el sector de la energía, produce ahorros, mayor abastecimiento, competitividad y, por lo tanto, seguridad energética; en términos económicos, tiene impactos en los precios y costos de la energía y, por lo tanto, genera menor presión sobre los presupuestos nacionales y de los hogares, pudiéndose utilizar los ingresos disponibles para otros usos y aumentar el bienestar de las familias. También tiene impactos en la creación de nuevos empleos. Desde el punto de vista ambiental y de cambio climático, la reducción de emisiones de GEI tiene impactos directos en la calidad del aire y, consecuentemente, en la salud de la población. En el ámbito social, amplía el acceso a la electricidad y contribuye a cubrir necesidades básicas insatisfechas y a disminuir la pobreza energética de segmentos de la población, lo que mejora su calidad de vida (Heins, 2022).

Gestión pública del medio ambiente, el cambio climático y la transición energética en México

En el marco teórico ha quedado manifiesto el interés de la comunidad internacional por enfrentar los desafíos que representa la crisis ambiental y los impactos del cambio climático, y el compromiso por transitar hacia modelos de desarrollo donde converjan los aspectos económicos, sociales y ambientales a través de acciones intersectoriales con visión de largo plazo e intergeneracional²⁷. Interesa en este apartado mencionar la forma como México, y en particular la Ciudad de México, se han sumado a esos esfuerzos.

Desarrollo sustentable en México

Acorde con la visión internacional que se materializó en el Informe *Nuestro Futuro Común* en 1987, y en respuesta a la demanda social para detener el deterioro ambiental, en 1988 se promulga en México la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente* (LGEEPA), cuyas disposiciones son de orden público e interés social, donde por primera vez se define el término de desarrollo sustentable que rige hasta la fecha en nuestro país. En 1994, a raíz de la Cumbre de la Tierra de 1992, se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) para impulsar el manejo de los

²⁷ Cabe señalar que también la Iglesia Católica, basándose en reflexiones de múltiples científicos, filósofos, teólogos y organizaciones sociales, ha hecho llamados a modificar el modelo de desarrollo y a encontrar soluciones que tengan menores impactos en el planeta y en la vida de las personas. La Carta Encíclica “*Laudato Si. Sobre el cuidado de la casa común*” del Santo Padre Francisco dada a conocer en 2015, hace un recuento de las principales problemáticas ambientales y sociales que enfrenta el mundo actualmente y plantea la necesidad de promover un tipo de desarrollo que respete y promueva los derechos humanos, en el que toda la humanidad se responsabilice del cuidado del medio ambiente y ofrece propuestas para mejorar el dialogo entre los distintos actores (Francisco I, 2015). Recientemente, en octubre de 2023, el Papa Francisco hizo una nueva exhortación titulada “*Laudate Deum*” sobre la crisis climática, donde sostiene que la creciente incidencia de fenómenos meteorológicos extremos son la prueba de “una enfermedad silenciosa que nos afecta a todos” y que es provocada por la acción humana (Francisco I, 2023).

recursos naturales y las políticas ambientales desde un punto de vista integral, e inducir su interacción con las políticas y programas de los demás sectores de la economía nacional. La sustentabilidad se propuso como el eje de las estrategias de gestión ambiental y de recursos naturales, con una visión de largo plazo e intergeneracional, que articula los objetivos económicos, sociales y ambientales. En 1999 se modificó el Artículo 4 de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos para incluir el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, lo cual obliga a todos los sectores a proteger el ambiente, aprovechar los recursos naturales de manera racional y considerar los impactos negativos de sus actividades en todo el territorio nacional.

Desde entonces, con la inclusión del desarrollo sustentable como eje de las políticas públicas, el Estado Mexicano ha buscado transitar hacia ese modelo de desarrollo, en el que participa no solo el gobierno en sus tres niveles, sino también el sector legislativo, el sector privado, el académico y la sociedad civil.

Actualmente, el *Plan Nacional de Desarrollo* (PND) 2019-2024 señala que el gobierno mexicano está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible como factor indispensable para el bienestar de la población. En línea con ello, el gobierno de la Ciudad de México, en el *Programa de Gobierno 2020-2024*, se propone lograr un desarrollo económico sustentable que fortalezca la capacidad para generar empleos en las diversas actividades productivas de la ciudad, sin detrimento del medio ambiente y promoviendo la generación de nuevas fuentes de energía renovable y empresas ambientales (Gobierno de la Ciudad de México, 2019).

México también ha adoptado la Agenda 2030, y ha asumido el reto de avanzar en el logro de los ODS en el país. Para ello, el gobierno federal ha generado una hoja de ruta para alinear programas gubernamentales y orientar acciones multisectoriales a favor de las personas, la preservación del planeta, la prosperidad económica, la disminución de desigualdades, así como fomentar la paz y las alianzas. El avance en el seguimiento de la Agenda se puede consultar en el Sistema de Información de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (SIODS).

Por su parte, el gobierno de la Ciudad de México, en su propósito por convertirse en una ciudad innovadora y de derechos, se ha comprometido también a implementar la Agenda 2030. El *Programa de Gobierno 2019-2024* tiene como base el principio de sustentabilidad y asume el compromiso con los ODS (Gobierno de la CDMX, 2019).

En la siguiente tabla se destacan los ODS que se vinculan directamente con el Programa *Ciudad Solar*, así como sus principales metas globales y los indicadores establecidos a nivel federal para medir su avance.

Tabla II.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible vinculados con el Programa *Ciudad Solar*

Objetivo	Metas	Indicador Nacional
<p>Objetivo 1 <i>Garantizar el acceso a una energía asequible, asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos (Meta 7.1). ▪ Aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas y mejorar la eficiencia energética a nivel mundial (Meta 7.2) ▪ Duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética (Meta 7.3). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porcentaje de participación de las energías limpias en la matriz de generación de energía eléctrica ▪ Intensidad energética nacional.

Objetivo	Metas	Indicador Nacional
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias (Meta 7.a) ▪ Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo..., (Meta 7.b) 	
<p>Objetivo 11</p> <p><i>Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, lo que incluye prestar especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo (Meta 11.6). ▪ Aumentar el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación y adaptación al cambio climático, además de la resiliencia ante los desastres. Esto incluye desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles (Meta 11.b). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Porcentaje de viviendas en rezago habitacional. ▪ Superficie de áreas verdes per cápita.
<p>Objetivo 13</p> <p><i>Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales (Meta 13.2). ▪ Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana (Meta 13.3) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emisiones de gases de efecto invernadero.

Fuente: Elaboración propia con información de ONU (2015).

En atención al Objetivo 11, el *Programa de Gobierno 2019 -2024* menciona que la Ciudad de México requiere un modelo de desarrollo urbano y económico que disminuya la contaminación, conserve y restaure sus recursos naturales, disminuya su contribución a los gases que provocan el cambio climático y se adapte a las consecuencias del mismo a través del manejo sustentable de sus recursos. Señala que el desarrollo y la disminución de las desigualdades sociales son factibles si se utiliza la innovación y el potencial que ofrece una economía sustentable (Gobierno de la Ciudad de México, 2019).

En relación a la huella ecológica, la *Ley Ambiental de Protección a la Tierra en la Ciudad de México* la define como “el indicador de sustentabilidad que mide el grado de impacto que ejerce cierta comunidad humana, persona, organización, país, región o ciudad sobre el ambiente. Es considerada además una herramienta para determinar los espacios terrestres, aéreos, acuáticos y marinos que se necesitan para producir todos los recursos y bienes, así como la superficie para absorber todos los desechos que se generan, usando la tecnología actual” (Congreso de la CDMX, 2023a).

Cambio climático en México

Existe evidencia de que el cambio climático tiene efectos en el territorio nacional. En los últimos 50 años, las temperaturas promedio han aumentado y se ha modificado la distribución de las lluvias en el territorio, y se espera que algunos de los cambios observados se recrudezcan. Para 2039 se proyectan mayores temperaturas anuales en el norte del país y en el caso de las lluvias, una disminución de entre

10 y 20%. Además, México es particularmente vulnerable a los impactos del cambio climático: se estima que alrededor del 68% de la población y el 71% del PIB están expuestos a sus efectos negativos. Por ello, una de las acciones necesarias para combatir el cambio climático en el país es transitar hacia una economía baja en carbono, y lograr que la población, los ecosistemas, los sistemas productivos y la infraestructura estratégica se vuelvan resilientes a los efectos de este fenómeno (SEMARNAT, 2020).

- **Mitigación del cambio climático en México**

México se ha comprometido a realizar acciones para reducir las emisiones de GyCEI y para adaptarse a los efectos de este fenómeno global. La política climática del país se fundamenta en la Ley General de Cambio Climático promulgada en 2012 y en los instrumentos que derivan de ésta, como la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 y el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024, así como en los compromisos adquiridos ante la CMNUCC, como la Contribución determinada a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés).

Esta última se presentó en 2015, y su actualización en 2022, dando con ello cumplimiento al Acuerdo de París. Incluye un componente de mitigación y otro de adaptación, con un enfoque de justicia climática para construir un nuevo modelo económico sustentable, que privilegie a los más pobres y vulnerables, y que pueda dejar un legado duradero a las nuevas generaciones (Gobierno de México, SEMARNAT-INECC, 2022).

El componente de mitigación considera medidas no condicionadas (aquellas que puede cumplir con sus propios recursos) para reducir 22% de las emisiones de GEI al año 2030 respecto a la línea base, y 51% las emisiones de carbono negro al mismo año. También incluye metas condicionadas para reducir 36% las emisiones de GEI y 70% las de carbono negro, siempre y cuando se cuente con recursos financieros externos y de transferencia de tecnologías limpias que faciliten, a la vez, la creación de capacidades en el país (SEMARNAT-INECC, 2018). Para lograr estas metas se han previsto acciones en todos los sectores de la economía nacional: energía, transporte, manejo de residuos, sector residencial y comercial, uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura; también en la industria, la agricultura y ganadería y en el sector petróleo y gas. Estas acciones se han comprometido en el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024, donde participan 14 dependencias del gobierno federal.

Conforme al Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI), en 2019 las emisiones totales nacionales fueron 736,629.573 GgCO₂e. El sector energía emitió 467,892.37 GgCO₂e, lo que representa el 63.5% de las emisiones totales, y la actividad de generación de energía eléctrica generó el 23.3% de las emisiones totales (SEMARNAT-INECC, 2022).

En relación al consumo de energía, según el Sistema de Información Energética de la Secretaría de Energía, en 2019 el consumo nacional de energía fue de 8,811 PJ; del cual 91.13% fue de origen fósil, y en el mismo año la generación de energía eléctrica fue de 345 TWh con un consumo de energía fósil de 83.4%. (SENER-SIE citado en SEMARNAT-INECC, 2022).

Por la importancia del sector eléctrico en la emisión de GEI, México tiene la meta de disminuir 31% sus emisiones al año 2030 y generar al menos 35% de la energía eléctrica con fuentes limpias al 2024²⁸ y 50% al 2050 (Cámara de Diputados, 2022).

La participación de las entidades federativas y, concretamente, de las ciudades, en los esfuerzos nacionales por combatir el cambio climático es determinante. La *Estrategia Nacional de Cambio Climático* establece entre las líneas de acción “transitar a modelos de ciudades sustentables bajas en carbono”, ya que, por la concentración de población y actividades económicas, éstas contribuyen de manera importante a la emisión de GyCEI. En 2016 se estimó que las zonas metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Monterrey contribuyeron con aproximadamente el 53% de las emisiones de CO₂ y el 22 de las emisiones totales del país (SEMARNAT-INECC, 2018 p.410).

En el caso de la Ciudad de México, la *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050* y el *Programa de Acción Climática 2021-2030* establecen que “el desarrollo económico incorporará de manera transversal la mitigación y adaptación al cambio climático, y se basará en el uso sustentable y eficiente de los recursos naturales, la economía circular²⁹, local y solidaria; el desarrollo urbano ordenado y equilibrado, las soluciones climáticas basadas en la naturaleza, la creación de empleos verdes³⁰ y la innovación tecnológica”. El compromiso es reducir en 10% las emisiones actuales de CGEI para el 2024 con respecto a los niveles del 2016, lo que establece las acciones y condiciones necesarias para que las emisiones totales no sobrepasen las 24.8 MtCO₂e³¹ en 2024, como una meta intermedia hacia la descarbonización para el 2050. Este escenario incluye las políticas como el Programa Integral de Movilidad, el Programa Basura Cero y el Programa *Ciudad Solar*, entre otros (SEDEMA, s/f).

²⁸ En 2020 se alcanzó el 25.6%, principalmente por el incremento en el uso de energía fotovoltaica que pasó de 19 GWh en 2013 a 13,528 GWh en 2020. Otras contribuciones importantes corresponden a las acciones de eficiencia energética federal de 9.3 MtCO₂e, y estatal de 0.2 MtCO₂e que, en conjunto, lograron evitar emisiones por un total de 9.5 MtCO₂e. Las acciones que reportaron las entidades federativas se centran en la sustitución de luminarias y en el establecimiento de planes y programas de eficiencia energética en edificaciones, sistemas de bombeo y programas con el sector privado. (SEMARNAT-INECC, 2022).

²⁹ Es importante mencionar que la CDMX es la única entidad federativa del país que ha emitido una *Ley de Economía Circular* (publicada en febrero de 2023), superando también a la Federación, que no ha logrado concluir la discusión de la Ley Federal en el Congreso. En ella se define la economía circular de la siguiente manera: “Modelo económico de producción y consumo sostenible que contempla todas las etapas del ciclo de vida de los productos y servicios, para generar diseños y esquemas que disminuyen los impactos ambientales a través de ciclos técnicos y biológicos que posibilitan la permanencia y reintegración sustentable de sus componentes, garantizando las condiciones esenciales con las que toda persona debe contar y respetando los límites ecológicos que sustentan la vida, obteniendo como resultado un desarrollo que se encuentre dentro de los límites de lo ecológicamente seguro y lo socialmente justo”. (Congreso de la Ciudad de México, 2023b).

³⁰ En la *Ley de Economía Circular de la CDMX* se define a los empleos verdes como: “puestos de trabajo decentes que contribuyen a preservar o restaurar la calidad del medio ambiente en cualquier sector económico, reduciendo los impactos ambientales”. (Congreso de la CDMX, 2023b).

³¹ El concepto de dióxido de carbono “equivalente” se refiere a la unidad de medida de la huella de carbono que tiene cada uno de los gases de efecto invernadero (GEI) con respecto a su potencial de calentamiento global. Entre los GEI, el que tiene un mayor impacto es el dióxido de carbono (CO₂), por lo que se utiliza como referencia para medir al resto de los GEI. Se cuantifica por medio de toneladas o gigagramos (estos últimos equivalen a 1000 toneladas) (Tomado de EVALÚA CDMX, 2023).

- **Adaptación al cambio climático en México**

La República Mexicana es altamente vulnerable al cambio climático debido a sus características geográficas, sus condiciones socioeconómicas y su capacidad de respuesta para enfrentar sus impactos. Reconociendo que el cambio climático acentúa las desigualdades de género, socioeconómicas, intergeneracionales, étnicas y geográficas, las medidas de adaptación que se han comprometido en el componente de adaptación de la NDC buscan reducir la pobreza con una orientación que permita sentar las bases para un desarrollo sustentable más equilibrado y justo, siguiendo la premisa establecida en el *PND 2019-2024* de “no dejar a nadie atrás, no dejar a nadie afuera”.

México fue el primer país en desarrollo en incluir en su NDC un componente de adaptación y, particularmente, una sección de adaptación basada en ecosistemas. Este componente establece como prioridades la protección de la población frente a diversos impactos del cambio climático, el incremento de la resiliencia de los sistemas productivos y la infraestructura estratégica, así como la conservación y gestión sostenible de los ecosistemas. Lo anterior con un enfoque transversal, de respeto a los derechos humanos y la equidad de género, y considerando la necesidad de desarrollar y fortalecer sinergias entre acciones de adaptación y mitigación. Además, ha hecho visible la necesidad de articular las acciones para enfrentar el cambio climático con otras agendas internacionales relacionadas con la biodiversidad (Convención de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica y las Metas de Aichi), la lucha contra la desertificación (Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación), la reducción del riesgo de desastres (Marco de Sendai) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (SEMARNAT-INECC, 2018).

Las acciones de adaptación incluidas en la NDC se articulan en 5 ejes temáticos: a) Prevención y atención de impactos negativos en la población humana y en el territorio, b) Sistemas productivos resilientes y seguridad alimentaria, c) Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, d) Gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cambio climático, y e) Protección de infraestructura estratégica y del patrimonio cultural tangible (Gobierno de México, SEMARNAT-INECC, 2022).

La Ciudad de México también se ha visto afectada por el cambio climático y ha registrado aumentos en su temperatura ambiente, cambios en los patrones de lluvia y ha experimentado vendavales y ondas de frío y de calor que en algunas ocasiones se presentan fuera de las temporadas que consideran como típicas. Según la SEDEMA, “las variaciones en condiciones de temperatura y precipitación han dado pie a un mayor número de incendios forestales, periodos de sequía y a un incremento del efecto de isla de calor urbana”, y en las últimas décadas también se ha observado un mayor número de episodios de lluvia extrema que han causado inundaciones, reblandecimiento del suelo y deslaves de laderas (SEDEMA, s/f).

La *Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable de la Ciudad de México* publicada en junio de 2011 y modificada en junio de 2021 establece entre las prioridades de la política de la Ciudad en materia de adaptación (Art. 17): reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia de los sistemas socio ecológicos, las comunidades y sus medios de vida, el patrimonio biocultural, la infraestructura y los sistemas productivos frente a los efectos adversos del cambio climático (fracción II); establecer y fortalecer acciones y mecanismos de prevención, alerta temprana, gestión integral de riesgos y atención inmediata y expedita para identificar, eliminar o minimizar riesgos y daños

considerando los escenarios climáticos actuales y futuros (fracción III); impulsar soluciones climáticas fundamentadas en la naturaleza, que generen beneficios sinérgicos en materia de adaptación basada en los ecosistemas, conservación y uso sustentable de la biodiversidad y mitigación de las emisiones de GyGEI (fracción V).

Las acciones de adaptación y resiliencia incluidas en el *PACC CDMX 2019-2024* responden a un análisis de riesgos y vulnerabilidad, así como a escenarios futuros, y buscan aportar no sólo a la acción climática, sino también a la agenda de bienestar (SEDEMA, 2021).

Transición energética en México

El proceso de transición energética en México tuvo sus inicios con la publicación, en diciembre de 2013, del Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de energía. En el artículo décimo octavo transitorio estableció que en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE), se debía incluir una “Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios” como instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo en materia de energías limpias, aprovechamiento sustentable de la energía, mejora en la productividad energética y reducción económicamente viable de las emisiones contaminantes (SENER-CONUEE, 2016).

Bajo ese mandato, en diciembre de 2015 se publicó la *Ley de Transición Energética (LTE)*, que definió las bases legales para impulsar una transformación hacia un modelo energético y económico sustentable en el largo plazo.

El objeto de la LTE es regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos³². Las metas que establece son que la generación de energías limpias represente el 35% de la generación eléctrica total en 2024; el 37.7% en 2030 y el 50% en 2050.

Conforme a la LTE, los instrumentos de planeación de la política nacional de energía en materia de Energías Limpias y Eficiencia Energética los siguientes: la *Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios*, el *Programa Especial de la Transición Energética (PETE)* y el *Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE)*.

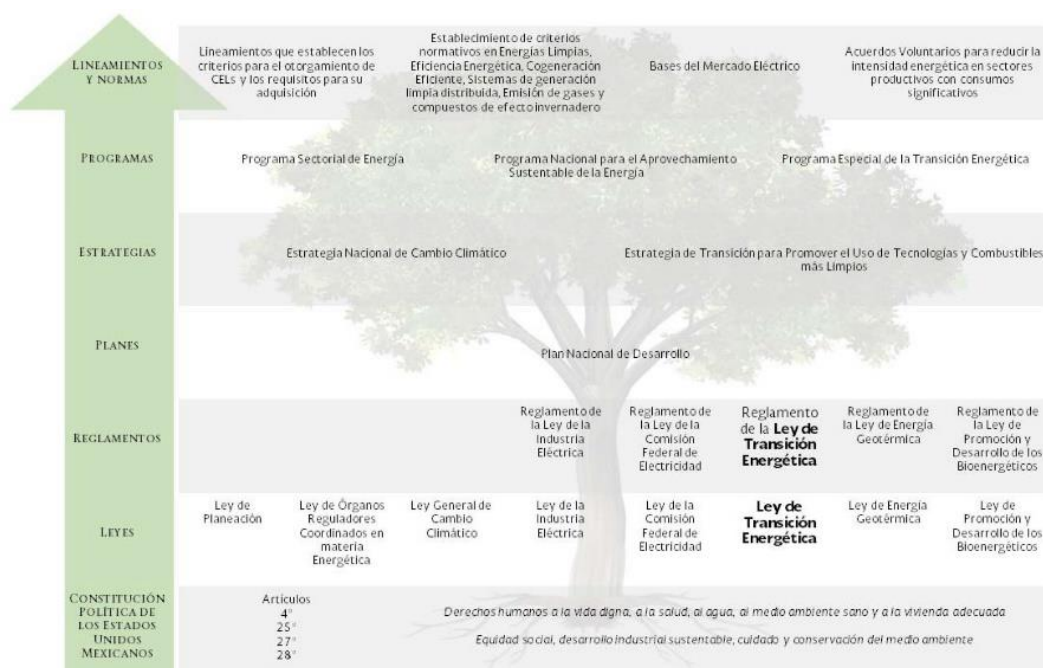
La Estrategia, promulgada en 2016 y actualizada en 2020, establece las políticas, acciones y metas de energías limpias y eficiencia energética; el PETE establece las actividades y proyectos derivados de las acciones descritas en la LTE; y el PRONASE es el documento rector que articula las políticas de eficiencia y sustentabilidad energética de la administración gubernamental en turno. El PRONASE 2020-2024 establece seis objetivos prioritarios para contribuir a 1) incrementar el bienestar de la población; 2)

³² La LTE comprende, entre otros, los siguientes objetivos: I. Prever el incremento gradual de la participación de las energías limpias en la industria eléctrica con el objetivo de cumplir las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones; III. Incorporar las externalidades en la evaluación de los costos asociados a la operación y expansión de la industria eléctrica, incluidos aquellos sobre la salud y el medio ambiente. VII. Apoyar el objetivo de la Ley General de Cambio Climático relacionado con las metas de reducción de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero y de generación de electricidad provenientes de fuentes de energía limpia; IX. Promover el aprovechamiento energético de recursos renovables y de los residuos. Ver Cámara de Diputados, 2015.

propiciar el uso eficiente de la energía en entidades y dependencias de la Administración Pública Federal y las empresas productivas del Estado; 3) reducir la intensidad energética del transporte de personas y mercancías; 4) apoyar el fortalecimiento de las capacidades institucionales y el desarrollo de proyectos de eficiencia energética en estados y municipios; y 5) promover la implementación de las mejores prácticas y el uso de tecnologías eficientes que incrementen la productividad energética el sector industrial y agroindustrial; y 6) promover acciones de ahorro de energía y uso de tecnologías eficientes relacionadas con la operación, administración y funcionamiento de los edificios comerciales y de servicios.

En la siguiente figura se muestra el amplio conjunto de leyes, reglamentos, planes, programas, lineamientos y normas que se han desarrollado a lo largo de los últimos años en el país para impulsar la transición energética.

Figura II.6. Marco legal de la transición energética en México



Fuente: Tomado de SENER-CONUEE, 2016.

Entre las medidas de mitigación que se promueven en el país en el sector energía se encuentra la introducción de instrumentos económicos como el Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) para gravar emisiones de carbono; la puesta en marcha de un sistema de comercio de emisiones para reducir las emisiones de forma costo-efectiva en los sectores de energía y de industria intensiva; los Certificados de Energías Limpias (CEL) y subastas eléctricas que se promueven a partir de la entrada en vigor de la nueva Ley de la Industria Eléctrica (LIE) para fomentar el uso de fuentes de energía limpia, entre otros.

Transición energética en la Ciudad de México

La Ciudad de México tiene niveles de consumo energético muy elevados debido a la concentración de población y de actividades industriales y económicas que tiene en su territorio. Según el *Diagnóstico*

de Transición Energética de la Ciudad de México, circunstancias tales como su posición geográfica, clima, extensión y grado de urbanización, así como por el propio desarrollo de la industria energética del país, la han vuelto dependiente a fuentes energéticas que no se producen ni transforman dentro de su territorio” y depende casi totalmente de los combustibles fósiles. El consumo final total de la Ciudad “asciende a 415.78 PJ, del cual la leña representa el 0.01%, la electricidad el 11.68% y el 88.37% restante se abastece como hidrocarburos”. De este total, el transporte es el principal consumidor, que demanda el 70% (292.98 PJ) del total de la energía de uso final. Le siguen el sector industrial, que demanda el 16% (64.9 PJ) y el residencial el 9% (38.56 PJ). El sector comercial demanda 15.39 PJ, que aportan 4% al consumo total, el sector público consume 3.54 PJ (1%) y el agropecuario 0.41 PJ (casi 0%) (SEDECO s/f).

A través del Programa *Ciudad Solarse* está trazando el camino de la transición energética en la ciudad, promoviendo el uso de energía limpia basada en las tecnologías solares en micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES), en edificios públicos de la administración y en viviendas reconstruidas. También se fomenta la producción de biodiesel, la formación de técnicos especializados en energía solar, la divulgación, actualización y promoción de normas de calor solar, y se han iniciado las obras para la construcción de la planta solar de generación eléctrica en la Central de Abasto. Con ello se busca, además, generar riqueza, empleo y bienestar en la población que habita en la CDMX.

Lo anterior, sumado a otras medidas que se desarrollan, como la introducción de mejoras en los sistemas de transporte, privilegiar el uso del transporte público sobre el transporte privado, y la promoción del uso de la bicicleta, contribuyen a disminuir la huella ecológica de la ciudad (SEDECO, s/f). En la siguiente tabla se muestran los indicadores de consumo energético de la Ciudad de México.

Tabla II.2. Indicadores de consumo energético en la CDMX.

Indicador	%
Participación de las energías renovables en el consumo energético	3.03
Participación de la electricidad en el consumo energético	11.7
Participación de las energías renovables en el consumo eléctrico	25.7

Fuente: SEDECO (s/f).

- **Eficiencia energética en México**

Con base en la LTE, México tiene la meta de reducir la intensidad energética por consumo final en 1.9% en el periodo 2016 a 2030 y 3.7% en el periodo 2031 a 2050.

En el país se han llevado a cabo múltiples acciones para mejorar la eficiencia energética en diversos sectores, que han producido reducciones importantes en su intensidad energética. La aplicación de Normas Oficiales Mexicanas de eficiencia energética (NOM-ENER) dirigidas a regular el consumo de energía eléctrica y térmica de equipos y sistemas del sector residencial, comercial y servicios, industrial, transporte y agropecuario ha sido la política pública costo-beneficio más exitosa en México. Estudios de la CONUEE han identificado a estas normas como factor principal en el desacoplamiento entre el consumo de energía eléctrica del sector residencial con respecto a la tasa de crecimiento del número de usuarios y la reducción en el uso de gas LP y gas natural en dicho sector (SENER-CONUEE, 2016 p.65).

Algunas medidas de eficiencia energética que se han llevado a cabo en entidades federativas se muestran a continuación.

Tabla II.3. Medidas de eficiencia energética en entidades federativas de México.

- Renovación y modernización del alumbrado público de la red vial primaria y secundaria.
- Acciones de modernización y eficiencia energética en el Servicio de Transportes Eléctricos y en el Sistema de Transporte Colectivo.
- Eficiencia energética en edificaciones, inmuebles, residenciales nuevos, y en edificaciones existentes en los sectores residencial y comercial.
- Promoción de la implementación de medidas de eficiencia energética en instalaciones del sector privado.
- Incentivar la inversión para la generación distribuida basada en energías renovables en los edificios públicos y en inmuebles comerciales y residenciales.
- Elaboración de normas técnicas para sectores específicos (por ejemplo, el sector hotelero).
- Programas de ahorro de energía eléctrica en bombeo de agua.

Fuente: SEMARNAT-INECC, 2019.

III. Antecedentes de Ciudad Solar

Con el objetivo de identificar si hay elementos que *Ciudad Solar* esté aportando para dar continuidad a programas o acciones promovidas con anterioridad en la Ciudad de México, se realizó una búsqueda de programas de gobierno y acciones de política pública instrumentadas por administraciones pasadas, principalmente de las últimas dos décadas, para instalar sistemas de calentamiento solar y/o sistemas fotovoltaicos en pequeña escala, tanto en el ámbito federal como en la CDMX (antes Distrito Federal)³³. Asimismo, a manera de contexto, se menciona brevemente en este apartado la evolución del uso de la energía solar como fuente de energía alternativa para la generación de electricidad y para el calentamiento de agua en el mundo y en nuestro país.

El uso de la energía solar a nivel internacional

La utilización de energía solar para generación de energía eléctrica y calentamiento de agua se detonó en el mundo en la última década del siglo XX y primera del siglo XXI. La crisis del petróleo de 1973³⁴ que provocó un fuerte desabasto y el consecuente aumento de los precios de éste, obligó a los países occidentales a buscar alternativas para disminuir la dependencia de ese combustible e hizo crecer el interés por el potencial de las energías renovables, entre ellas la energía solar. Si bien en los años 90 se empezaron a instalar paneles, no fue sino hasta la primera década de este siglo que la energía solar se convirtió en una alternativa real para generar electricidad en los inmuebles, debido a los avances tecnológicos, a la eficiencia de los sistemas fotovoltaicos que permitieron iniciar el proceso de abaratamiento de los costos de producción y, por lo tanto, de los precios de los equipos, y a la puesta en marcha de políticas, programas y normatividad en la materia.

Aprovechar los rayos del sol permite reducir el uso de combustibles fósiles y ampliar las fuentes de energía, eliminar los GEI y reducir impactos en el medio ambiente, la calidad del aire y la salud de la población, lo cual aporta al cumplimiento de los compromisos internacionales en materia ambiental y de cambio climático que se impulsan desde la década de los años noventa. También es un medio para dotar de energía eléctrica a regiones alejadas con poblaciones marginadas que no cuentan con este servicio, lo que contribuye a mejorar sus condiciones de vida.

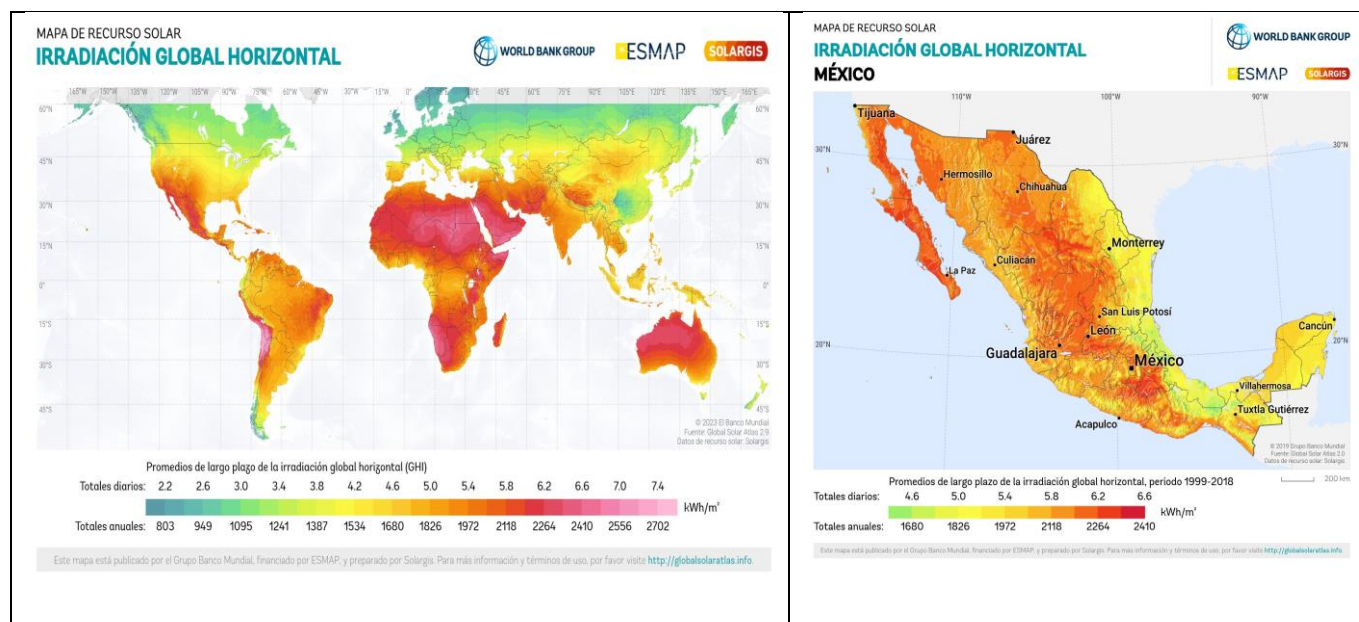
La energía solar en México

México tiene una ubicación geográfica privilegiada, con una radiación solar promedio de 5 kWh/m² por día en el 95% de su territorio, lo que hace que se encuentre entre los cinco países con mayor potencial para explotar esa fuente de energía. Las zonas con mayor potencial de aprovechamiento de este recurso se ubican en el noroeste del país (GIZ, 2018).

³³ En 2016, debido a una reforma constitucional, el Distrito Federal cambió de nombre a Ciudad de México.

³⁴ En octubre de 1973 la Organización de Países Árabes Exportadores de Petróleo (OPEP por sus siglas en inglés) dejó de exportar petróleo a los países que apoyaron a Israel en la guerra del Yom Kippur, provocando un aumento en el precio del barril que pasó de 3 a 12 dólares. Ese embargo se prolongó hasta principios de los años 80 y provocó una crisis económica en los países occidentales, que tuvieron que buscar cómo disminuir su dependencia del petróleo de Medio Oriente.

Figura III.1 Irradiación global horizontal en el mundo y en México.



Fuente: <https://globalsolaratlas.info>; <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/mexico>

- **Acciones realizadas por el gobierno federal relacionadas con Ciudad Solar**

La energía solar tiene un importante potencial para la transición energética en México. Desde finales de la década de los años ochenta y principios de los años noventa se han realizado esfuerzos para promover el ahorro de energía y desarrollar estrategias para impulsar las energías renovables. También desde entonces se han creado instituciones y un marco normativo y programático que se ha ido adecuando conforme a los avances tecnológicos y las necesidades del mercado. En la siguiente tabla se presenta lo más significativo, considerando que únicamente se está enfocando el análisis en acciones de promoción del uso de calentadores solares de agua y sistemas fotovoltaicos de generación de energía eléctrica en ciudades³⁵.

Tabla III.1 Programas y acciones federales de impulso a la instalación de sistemas de CSA y SFV de generación de energía eléctrica.

Año	Nombre del Programa/ Acción	Comentarios
1989	Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE), transformada en 1999 en la actual Comisión Nacional para el Ahorro y Uso	Órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, creado con el objetivo de promover la eficiencia energética y el aprovechamiento sustentable de la energía. Ha trabajado en estrecha colaboración con el sector privado, los gobiernos estatales y locales, y la sociedad civil para desarrollar políticas y programas que fomenten el uso eficiente de la energía.

³⁵ Es importante mencionar que la mayor parte del desarrollo de la industria solar en México se ha dado a partir de proyectos de electrificación rural mediante la tecnología fotovoltaica, ante la necesidad del Estado de encontrar mecanismos viables para proporcionar el servicio eléctrico en las regiones más marginadas del país.

Año	Nombre del Programa/ Acción	Comentarios
	Eficiente de la Energía (CONUEE)-	
1990	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)	Fideicomiso privado, sin fines de lucro, creado con el objetivo de canalizar recursos para la realización de programas y proyectos de ahorro de energía eléctrica que beneficiaran no sólo a los sectores productivos, sino al país en su conjunto.
1992	Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica	Reformada en 1992 para permitir la producción de electricidad por particulares en las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración, pequeño productor, productor independiente de energía, exportación e importación para uso propio, toda vez que no se consideran servicio público de energía eléctrica en los términos del artículo 3o. de dicho ordenamiento. Gracias a ello se abrieron espacios de oportunidad para las distintas fuentes de energía renovable en el país (SENER 2009).
1993	Comisión Reguladora de Energía	Dependencia de la Administración Pública Federal centralizada, con carácter de Órgano Regulador Coordinado en materia energética, con autonomía técnica, operativa y de gestión, con personalidad jurídica propia. Fue creada para regular el mercado en todos los sectores de energía como combustibles, electricidad, gas y energías limpias.
2004	Comité Técnico de Normalización Nacional para Energía Solar (NESO-13)	Adscrito a la Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación (NORMEX, S.C), está compuesto por fabricantes, distribuidores, instituciones gubernamentales, instituciones de educación superior, centros de investigación, laboratorios de prueba, ANES, entre otros. Su función consiste en revisar las normas existentes a nivel nacional e internacional y proponer la actualización y/o adaptación de las normas mexicanas.
2005	Contrato de interconexión para fuentes renovables intermitentes.	<p>La CRE aprobó modificación al modelo de contrato de interconexión a fin de promover el desarrollo de proyectos privados en la modalidad de autoabastecimiento mediante energías renovables del tipo intermitente. Contempla la energía eólica, solar e hidroelectricidad con almacenamiento o disponibilidad limitados.</p> <p>El contrato reconoce la capacidad aportada a partir de un promedio mensual de la energía generada en horas punta. Este instrumento buscaba detonar proyectos de autoabastecimiento con fuentes renovables de energía que ya cuentan con permisos de la CRE, bajo un esquema más competitivo. Permisos para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables.</p>
2007-2012	Programa para la promoción de calentadores solares de agua (PROCAL SOL)	<p>Principal instrumento de política en materia de energía termosolar de la administración 2007-2012 para promover la utilización masiva de calentadores solares en el país. Estuvo a cargo de la CONUEE y contó con el apoyo de la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GIZ, por sus siglas en alemán) y de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES). Sus objetivos fueron:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Impulsar en los sectores residencial, comercial, industrial y de agronegocios de México, el aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento de agua. 2. Garantizar que el crecimiento del mercado del calentamiento solar se llevara a cabo con un nivel de calidad adecuado en los productos y servicios asociados. 3. Favorecer el desarrollo de la industria nacional, entendida como la que está integrada por fabricantes, diseñadores de sistemas, distribuidores e instaladores. 4. Promover la innovación de tecnología desarrollada por los centros de investigación nacionales. 5. Lograr una meta de al menos 1.8 millones de metros cuadrados instalados.
2007	Hipoteca verde INFONAVIT	Mecanismo para el financiamiento de soluciones tecnológicas de eficiencia energética, energías renovables y agua. Se trata de una línea de crédito adicional al crédito hipotecario a la vivienda para que los trabajadores adquieran viviendas con ecotecnologías que permiten reducir las emisiones de CO y que reduzcan el consumo de agua, energía eléctrica y gas.
2007	Interconexión con CFE para casas habitación y comercios pequeños	A través de lo establecido en el modelo de Contrato de Interconexión para Fuentes de Energía Solar a Pequeña Escala emitido por la CRE, se permite que en casas habitación y comercios pequeños se genere energía eléctrica aprovechando la energía solar, con la

Año	Nombre del Programa/ Acción	Comentarios
		posibilidad de interconectarse al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Publicado el 27 de junio de 2007 en el DOF.
2008	Convenio de colaboración SENER/SEMARNAT/ CONAVI para coordinar la ejecución del Programa Transversal de Vivienda Sustentable	El Programa Transversal de Vivienda Sustentable busca cambiar la conceptualización y las prácticas constructivas de la vivienda en México, al integrar en el diseño de la misma parámetros de sustentabilidad que incluyen: el uso de calentadores solares, lámparas ahorradoras, materiales aislantes para muros y techos, y equipos eficientes de aire acondicionado.
2008	Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE)	Marco legal específico para las energías renovables. Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica. Para ello prevé los siguientes instrumentos: la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (ENTEASE) orientada a garantizar la eficiencia y sustentabilidad energéticas y a fomentar la utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, y el Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables (PEAER), mediante el cual se establecen las políticas públicas en la materia, los objetivos para el uso de dichas fuentes de energía, y las acciones para alcanzarlas.
2008	Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE)	Creado conforme al artículo 27 de la LAERFTE con el propósito de potenciar el financiamiento disponible para la transición energética, el ahorro de energía, las tecnologías limpias y el aprovechamiento de las energías renovables, a través del otorgamiento de garantías de crédito u otro tipo de apoyos financieros para proyectos que cumplan con los objetivos de la ENTEASE.
2009	Norma Técnica de Competencia Laboral (NTCL) NUSIM005.01 "Instalación del sistema de calentamiento solar de agua"	Tiene por objeto "servir como referente para la evaluación y certificación de las personas que instalan calentadores solares de agua cuyas competencias incluyen interpretar diagramas y manuales, preparar el área, materiales y herramientas para la instalación de sistemas de calentamiento solar de agua e instalar y poner en marcha componentes del sistema" (publicada en el DOF el 5 de febrero de 2009)
2009	Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables (PEAER)	Publicado en el DOF en agosto de 2009, con el objetivo de promover el aprovechamiento de energías renovables. Los objetivos específicos fueron: a. Impulsar el desarrollo de la industria de energías renovables en México; b. Ampliar el portafolio energético del país, impulsando una mayor seguridad energética al no depender de una sola fuente de energía, y c. Ampliar la cobertura del servicio eléctrico en comunidades rurales utilizando energías renovables en aquellos casos en que no sea técnica o económicamente factible la conexión a la red.
2009-2015	25,000 Techos solares para México, INFONAVIT	INFONAVIT y la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), con el apoyo económico del Ministerio Federal Alemán del Medio Ambiente (BMU), pusieron en marcha este proyecto para incentivar el uso de calentadores solares de agua mediante el otorgamiento de subsidios a derechohabientes del INFONAVIT que adquirieran una vivienda ecológica con un calentador solar de agua a través del Programa "Hipoteca Verde".
2012	Eco crédito empresarial masivo, FIDE	Dirigido a las pequeñas y medianas empresas industriales, comerciales y de servicios. El objetivo fue mejorar la competitividad energética en el país, principalmente en el sector MIPyME, a través de la sustitución masiva de equipos obsoletos o de baja eficiencia por nuevos equipos de alta eficiencia energética, generación distribuida o mediante la adquisición de tecnologías que contribuyan a la disminución de la facturación de energía. Incluye apoyos para calentadores solares de agua que sustituyan a los calentadores convencionales de gas LP, gas natural, diésel o eléctricos. También da apoyos para la instalación de Sistemas fotovoltaicos para que la MIPyME genere su propia energía eléctrica en un esquema de interconexión a la red de la compañía suministradora.

Año	Nombre del Programa/ Acción	Comentarios
2013	Reforma energética	Objetivo: incrementar la producción de hidrocarburos, reducir el precio de los energéticos e integrar energías renovables a la red eléctrica (Gobierno de la República 2013).
2013-2027	Estrategia Nacional de Energía 2013-2027	A cargo de la CONUEE para brindar información a consumidores finales sobre los beneficios del uso eficiente de la energía; desarrollar esquemas de incentivos fiscales y recaudatorios para personas físicas y morales que adopten medidas de eficiencia energética en sus viviendas y empresas; fortalecer capacidades técnicas para el desarrollo de proyectos de ahorro de energía y de energías renovables de gobiernos estatales y municipales; desarrollar las capacidades humanas y tecnológicas para la producción y el aprovechamiento eficiente de la energía; y planear y dirigir las estrategias de promoción y difusión de los programas y proyectos referentes al aprovechamiento sustentable de la energía buscando la adopción de éstos por los sectores público, privado y social.
2014-2018	Programa de calentamiento solar de agua, CONUEE	Las líneas de acción con las que cuenta para alcanzar este objetivo son: 1.2.1: Desarrollar de programas que incentivan y/o aceleran la adopción de tecnologías eficientes en el sector residencial. 1.2.5: Fortalecer programas de uso de calentadores solares de agua en los sectores de consumo final.
2014	Ley de la Industria Eléctrica (LIE)	Establece un nuevo marco de dirección para el sector eléctrico, incluyendo la definición de energías limpias, un mercado mayorista, un sistema de certificados de energías limpias (CELS) y subastas eléctricas, con el fin de atender la creciente demanda de electricidad.
2015	Ley de Transición Energética (LTE)	Aborda de manera integral el desarrollo de las energías limpias, propone instrumentos y metas para lograr su efectiva penetración en la matriz eléctrica. Asimismo, busca fortalecer la eficiencia de la energía y propone un marco institucional que lleve a la formación de capital humano, al desarrollo científico y tecnológico y a la creación de cadenas de valor dentro de una nueva industria en el país.
2016	Programa de eficiencia y sustentabilidad energética en municipios, escuelas y hospitales (PRESEMEH)	Tiene como objetivo desarrollar e implementar mecanismos operativos y financieros sostenibles para inversiones de eficiencia energética en municipios en México con el fin de reducir su consumo de energía. Tiene un periodo de ejecución de 5 años hasta 2021. Lo instrumenta la SENER, con el apoyo del FIDE y CFE principalmente.
2017	Programa de mejoramiento integral sustentable en viviendas, FIDE	Se puso en marcha en julio de 2017, con el objetivo de mejorar de manera sustentable viviendas existentes, mediante la aplicación de acciones que contribuyan a reducir el gasto de gas y electricidad en familias con ingresos de hasta cinco salarios mínimos Participa SENER a través del FOTEASE mediante un subsidio de 10%; SEDATU, a través de la Comisión Nacional de la Vivienda (CONAVI), con un subsidio de 30%; CFE, Nacional Financiera y el FIDE. Las ecotecnologías autorizadas incluyen: focos LED, ventanas térmicas, aislante térmico, aire acondicionado, calentador eficiente a gas, calentador solar, pintura reflectora y sistema fotovoltaico.
2017	Proyecto de eficiencia y sustentabilidad energética en municipios (PRESEM)	Financiado por el FOTEASE. Tiene como objetivo desarrollar e implementar mecanismos operativos y financieros sostenibles para inversiones de eficiencia energética en municipios en México con el fin de reducir su consumo de energía. Tiene un periodo de ejecución de 5 años hasta 2021 por la SENER, con el apoyo del FIDE y CFE principalmente.
2017	Iniciativa Calor Solar	Impulsada por CONUEE, ANES y GIZ para incrementar el aprovechamiento de la energía solar térmica en la industria y en otros sectores con sistemas de mediana y gran escala. Sus actividades se dividieron en 5 grupos de trabajo: regulaciones, normas y metrología; capacidades técnicas y recursos humanos; modelos de negocios y financiamiento; demanda y promoción; tecnología, innovación y desarrollo aplicado.
2018	Modificaciones a la Hipoteca verde de INFONAVIT	Todas las viviendas nuevas que pretendan ser financiadas por el INFONAVIT deberán cumplir con una línea base de eficiencia energética y ambiental. Por ejemplo, todos los

Año	Nombre del Programa/ Acción	Comentarios
		<p>créditos con subsidio del programa “Esta es tu casa³⁶” de la CONAVI tienen que cumplir con la Hipoteca Verde.</p> <p>Las tecnologías que deben incluirse de forma obligatoria son dispositivos ahorradores de agua, regaderas con grado ecológico, lámparas ahorradoras, aislamiento térmico en el techo y calentador de gas de rápida recuperación.</p>
2018	Proyecto piloto de “Excelencia en eficiencia energética en edificios E4”	<p>Evalúa la eficiencia energética en edificios privados que funcionan como oficinas y sucursales bancarias de México. El antecedente del proyecto inició en 2010 como un esfuerzo para diseñar una metodología estandarizada de evaluación de eficiencia y sustentabilidad energética en edificios, equiparable con el resto de Norteamérica, a partir de un Índice de desempeño energético, obtenido mediante un algoritmo desarrollado por el INECC. Hasta 2017, solamente se había trabajado con información de edificios de la administración pública federal, y en dicho año dio inicio el proyecto piloto para incluir inmuebles privados.</p>

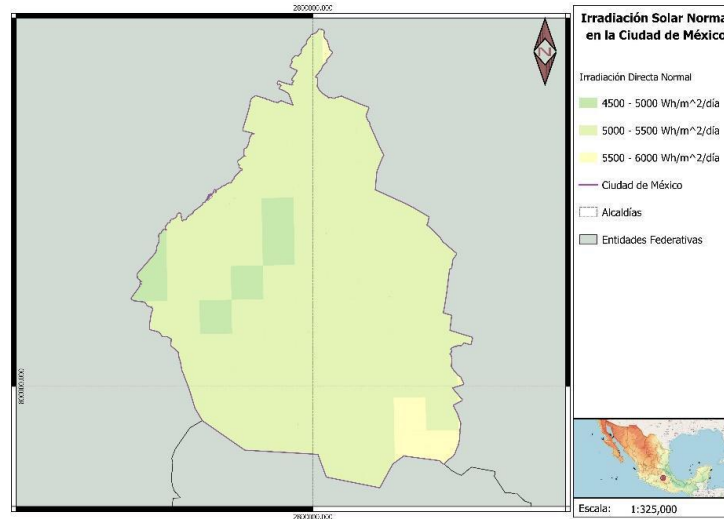
Fuente: Elaboración propia con información de documentos y páginas oficiales de dependencias del gobierno federal.

La energía solar en la Ciudad de México

La Ciudad de México cuenta con un importante recurso solar en la mayor parte de su territorio. La Irradiación Global Horizontal Diaria es superior a los 5.0 kWh/m² por día en promedio en toda la Ciudad, aunque hay zonas, como la sureste, donde se superan los 5.5 kWh/m². Según el *Diagnóstico de transición energética de la Ciudad de México*, los valores mencionados anteriormente son muy superiores a los que existen en otras ciudades del mundo como Barcelona o Múnich que son famosas por aprovechar la energía solar para generar electricidad mediante sistemas fotovoltaicos, que tienen niveles promedio de 4.8 kWh/m² y 3.0 kWh/m² por día, respectivamente, o Berlín y Madrid que alcanzan 2.6 y 5.5 kWh/m² por día, respectivamente. Por lo anterior, existe un enorme potencial para generar energía eléctrica y calor a través del uso de la tecnología solar fotovoltaica y de los calentadores solares, que ya se está considerando en las políticas públicas del sector ambiental y de energía (SEDECO s/f).

³⁶ El propósito de este subsidio operado por la CONAVI es que los trabajadores de menores ingresos puedan incrementar su capacidad de compra. Entre los requisitos que se solicitan para obtener el subsidio "Ésta es tu Casa" se encuentra que las viviendas nuevas deberán de incorporar tecnologías para el uso eficiente del agua y la energía, entre ellos los sistemas de calentamiento solar de agua.

Figura III.2 Irradiación Global Horizontal Promedio en la Ciudad de México.



Fuente: Tomada de SEDECO (s/f).

Al igual que en el caso de la Federación, los gobiernos de la CDMX han generado instrumentos de planeación y normativos para impulsar el mayor uso de la energía solar en pequeña escala, y han llevado a cabo acciones desde la década de los años 2000. Por ejemplo se han desarrollado y promovido normas para el aprovechamiento de energía solar en instalaciones con alto consumo de agua caliente; se desarrollaron programas de acción climática mediante los cuales se promovió la instalación de calentadores solares de agua y sistemas de ahorro de energía eléctrica en unidades habitacionales y viviendas de interés social, aunque principalmente con un enfoque de mejoramiento de la vivienda; y también se han promovido cambios en el Código Fiscal para incentivar el uso de dispositivos o sistemas que representen ahorro de energía eléctrica y/o de agua. En la siguiente tabla se resumen los principales y acciones identificadas.

Tabla III.2 Programas y acciones de la CDMX de impulso a la instalación de sistemas de CSA y SFV de generación de energía eléctrica.

Año	Nombre del Programa/ Acción	Comentarios
2006	Norma ambiental para el aprovechamiento de energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavanderías y tintorerías.	Especifica que los nuevos establecimientos deberán cubrir como mínimo el 30% de sus requerimientos de energía con tecnología solar. Publicada el 7 de abril de 2006 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.
2007-2012	Plan Verde de la Ciudad de México	Desarrollado en el marco del <i>Programa General de Desarrollo 2007-2012</i> de la CDMX como instrumento de política ambiental para encaminar a la Ciudad hacia la sustentabilidad de su desarrollo, sin comprometer el patrimonio natural que la hace viable. Contiene objetivos, estrategias y proyectos diseñados con una visión de mediano plazo (a quince años). Se estructura alrededor de siete ejes temáticos: Suelo de conservación, Habitabilidad y

Año	Nombre del Programa/ Acción	Comentarios
		espacio público, Agua, Movilidad, Aire, Residuos sólidos y cambio climático y energía. En este último eje se instalaron paneles solares para alumbrado público. También se formularon planes verdes delegacionales en Coyoacán, Miguel Hidalgo y Magdalena Contreras.
2008	Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012 (PACCM)	<p>Las acciones del PACCM en materia de energía se delinearon inicialmente en torno a 5 programas o proyectos: 1. Programa de iluminación eficiente en viviendas; 2. Programa de eficiencia energética; 3. Programa de energías renovables; 4. Edificios sustentables, y 5. Vivienda sustentable.</p> <p>El Programa de Eficiencia Energética consideró construir un centro de composta en la Central de Abasto e iluminación en edificios públicos (como parte del sistema de gestión ambiental); el Programa de Energías Renovables promovió el calentamiento de agua con energía solar, con base en la Norma Ambiental NDF-008-AMBT-2005 e impulsó el calentamiento de agua con energía solar en el sector público, particularmente en hospitales; el Programa de vivienda sustentable desarrolló acciones para el mejoramiento ambiental y el desarrollo social en unidades habitacionales y promovió la instalación de calentadores solares y sistemas ahorradores de energía eléctrica en viviendas y realizó pruebas piloto para la instalación de calentadores solares y sistemas fotovoltaicos en vivienda de interés social y vivienda vertical.</p>
2011-2020	Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020 (PROAIRE)	Retoma las experiencias de los programas anteriores e introduce un cambio en la concepción y en el tratamiento de los procesos generadores de la contaminación atmosférica. Plantea un nuevo enfoque y desarrolla un eje rector que consiste en promover un manejo ecosistémico de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) que fortalezca la gestión de la calidad del aire, que permita mejorarla de manera sostenible y que contribuya en la obtención de cobeneficios urbanos, económicos y sociales perdurables. Incluye 8 estrategias, entre ellas la número 3. “Calidad y eficiencia energética en todas las fuentes”, que tiene la medida 26. “Incremento del uso de energía solar para calentamiento de agua” y la acción 26.1. “Fomentar el uso de energía solar para el calentamiento de agua en los sectores doméstico, comercial, de servicios e industrial”.
2011	Artículo 296 del Código Fiscal de la Ciudad de México (Reformado el 30 de diciembre de 2011)	Las personas físicas o morales que acrediten ser propietarias de edificios respecto de los cuales demuestren la aplicación de sistemas sustentables ante la SEDEMA, gozarán de la reducción del 10% del impuesto predial, correspondiente a dicho inmueble, previa obtención de constancia emitida por la Secretaría antes mencionada.
2012	Constancia de Reducción Fiscal a la que se refiere el Artículo 276 (tercer párrafo) del Código Fiscal de la Ciudad de México	Trámite por el que los propietarios de viviendas o bienes inmuebles de uso habitacional que acrediten instalación y uso de dispositivos o sistemas que representen ahorro de energía eléctrica y/o agua, como son paneles fotovoltaicos, calentadores solares y sistemas de captación de agua pluvial, que acrediten una disminución del 20% en el consumo de energía eléctrica y/o agua, o el reciclaje de esta última, podrán obtener una reducción de hasta el 20% de los derechos por suministro de agua.
2014-2020	Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2014-2020	Incluye una acción “Modificación de sistemas y hábitos del consumo energético en los edificios institucionales” con el objetivo de disminuir las emisiones de compuestos de efecto invernadero a través de la reducción en el consumo de energía de los edificios del Gobierno del Distrito Federal”. Se trató de un Sistema de Administración Ambiental, mediante el cual se buscaba instrumentar estrategias aplicadas a las actividades del Gobierno del Distrito Federal para mejorar el desempeño ambiental de sus instituciones y fomentar entre el personal una cultura de responsabilidad ambiental. Igualmente se aplicaron acciones de ahorro de energía y de modernización de instalaciones a través de cambios en los sistemas de iluminación y circuitos.

Fuente: Elaboración propia con información de documentos y páginas oficiales del gobierno de la CDMX.

En conclusión, *Ciudad Solar* es el primer programa de sustentabilidad energética que se instrumenta en la Ciudad de México con un enfoque de desarrollo económico, que busca la autosuficiencia energética y transitar hacia energías limpias que ayuden a reducir las emisiones de gases contaminantes, de manera integral e interinstitucional, en concurrencia con los sectores social y privado.

Esta iniciativa retoma esfuerzos anteriores que sirven de base para transitar hacia la sustentabilidad de la Ciudad de México, lo que requiere de la coordinación de diversos sectores, principalmente del económico y el ambiental, para mejorar el bienestar de la población de manera incluyente, con la creación de oportunidades de empleo verde, el incremento de los ingresos y el impulso de micro, pequeñas y medianas empresas.

IV. Marco normativo y programático que sustenta a Ciudad Solar

Ciudad Solar tiene su fundamento normativo y programático en instrumentos de varios sectores que establecen atribuciones y obligaciones en diversas materias relacionadas con los objetivos que persigue dicha estrategia de sustentabilidad energética. En los siguientes apartados de este capítulo se mencionan las principales leyes, reglamentos, normas, programas y estrategias que rigen en materia de desarrollo sustentable, medio ambiente y recursos naturales, cambio climático, desarrollo económico, energía, transición energética, vivienda e igualdad de género, tanto del ámbito federal como de la Ciudad de México, y se indican los aspectos que se relacionan directamente con los objetivos de dicho Programa.

Marco normativo y programático federal

Marco normativo federal

Desde 1999, la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* establece el derecho de todas las personas a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar³⁷, y actualmente existe en el país un amplio marco normativo que establece atribuciones y regula actividades para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, la transición energética y el desarrollo sustentable de la industria eléctrica, que son los aspectos que se relacionan directamente con los objetivos y actividades que impulsa *Ciudad Solar*. En la Tabla IV.1 se incluyen las principales. De su análisis resaltan los siguientes elementos:

- el derecho de la población mexicana al medio ambiente sano;
- el desarrollo nacional debe ser integral y sustentable;
- los efectos adversos del cambio climático se deben enfrentar de manera concurrente entre la federación, las entidades federativas y los municipios, y con la participación de la población;
- existen metas nacionales de reducción de emisiones de GEI al 2030 y al 2050;
- existen obligaciones en materia de aprovechamiento sustentable de la energía y de utilización de energías limpias y reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica;
- la igualdad sustantiva entre hombres y mujeres en los ámbitos público y privado, es un compromiso de Estado.

³⁷ Arce Navarro, Federico J. (2018).

Tabla IV.1. Marco normativo federal que sustenta el Programa *Ciudad Solar*.

Instrumento	Mandato
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) ³⁸	<p>Artículo 4. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar... El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.</p> <p>Artículo 25. ... el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable...</p>
Ley General de Cambio Climático (LGCC) ³⁹	<p>Artículo 1. Ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción que establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM de los en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.</p> <p>Artículo 2. Objeto: Fracción I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la conurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.</p> <p>Artículo 8. Atribuciones de los estados.</p> <p>Artículo 11. Las Entidades Federativas y los Municipios expedirán las disposiciones legales necesarias para regular las materias de su competencia previstas en esta ley.</p> <p>Artículo 71. Los programas de las entidades federativas en materia de cambio climático establecerán las estrategias, políticas, directrices, objetivos, acciones, metas e indicadores que se implementarán y cumplirán durante el periodo de gobierno correspondiente de conformidad con la Estrategia Nacional, el Programa (Nacional de Cambio Climático), las disposiciones de esta Ley y las demás disposiciones que de ella deriven.</p> <p>Artículos Transitorios</p> <p>Artículo Segundo. ... el país se compromete a reducir de manera no condicionada un 22% sus emisiones de GEI y un 51% sus emisiones de carbono negro al año 2030 con respecto a la línea base. Este compromiso, asumido como Contribución determinada a nivel nacional, implica alcanzar un máximo de las emisiones nacionales al año 2026; y desacoplar las emisiones de GEI del crecimiento económico, la intensidad de emisiones por unidad de producto interno bruto se reducirá en alrededor de 40% entre 2013 y 2030. La reducción del 22% de las emisiones de GEI se conseguirá a través del compromiso de los diferentes sectores participantes, de acuerdo con las metas siguientes: transporte -18 %; generación eléctrica -31 %; residencial y comercial -18 %; petróleo y gas -14 %; industria -5 %; agricultura y ganadería -8 % y residuos -28 %.</p> <p>Artículo Tercero. Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios deberán de implementar las acciones necesarias en mitigación y adaptación, de acuerdo a sus atribuciones y competencias para alcanzar las metas aspiracionales y plazos indicativos.</p>
Ley de Transición Energética (LTE) ⁴⁰	<p>Artículo 1. Tiene como objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la industria eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.</p> <p>Artículo 2. Para los efectos del artículo anterior, el objeto de la Ley comprende, entre otros: I. Prever el incremento gradual de la participación de las energías limpias en la industria eléctrica con el objetivo de cumplir las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones; II. Facilitar el cumplimiento de las metas de energías limpias y eficiencia energética establecidos en esta Ley de una manera económicamente viable; III. Incorporar las externalidades⁴¹ en la evaluación de los</p>

³⁸ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2023).

³⁹ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2022a).

⁴⁰ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2015).

⁴¹ La LTE define las externalidades como “los impactos positivos o negativos que genera la provisión de un bien o servicio y que afectan o que pudieran afectar a una tercera persona. Las externalidades ocurren cuando el costo pagado por un bien

Instrumento	Mandato
	<p>costos asociados a la operación y expansión de la Industria Eléctrica, incluidos aquellos sobre la salud y el medio ambiente; VI. Reducir, bajo condiciones de viabilidad económica, la generación de emisiones contaminantes en la generación de energía eléctrica; VII. Apoyar el objetivo de la Ley General de Cambio Climático relacionado con las metas de reducción de emisiones de GYCEI y de generación de electricidad provenientes de fuentes de energía limpia; VIII. Promover el aprovechamiento sustentable de la energía en el consumo final y los procesos de transformación de la energía; IX. Promover el aprovechamiento energético de recursos renovables y de los residuos.</p>
Ley de la Industria Eléctrica (LIE) ⁴²	<p>Artículo 1. Tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes.</p> <p>Artículo 3. Fracción XXII define las energías limpias, entre ellas la radiación solar en todas sus formas.</p> <p>Artículo 6. El Estado establecerá y ejecutará la política, regulación y vigilancia de la industria eléctrica a través de la SENER y la Comisión Reguladora de Energía (CRE), en el ámbito de sus respectivas competencias, teniendo como objetivos los siguientes: I. Garantizar la eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional; II. Promover que las actividades de la industria eléctrica se realicen bajo criterios de sustentabilidad; V. Fomentar la diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica, así como la seguridad energética nacional.</p> <p>Artículo 121. La SENER implementará mecanismos que permitan cumplir la política en materia de diversificación de fuentes de energía, seguridad energética y la promoción de fuentes de Energías Limpias. La Secretaría establecerá las obligaciones para adquirir Certificados de Energías Limpias e instrumentará los demás mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia...</p>
Ley General de Igualdad entre Mujeres y Hombres ⁴³	<p>Artículo 1. Tiene por objeto regular y garantizar la igualdad de oportunidades y de trato entre mujeres y hombres, proponer los lineamientos y mecanismos institucionales que orienten a la Nación hacia el cumplimiento de la igualdad sustantiva en los ámbitos público y privado, promoviendo el empoderamiento de las mujeres, la paridad de género y la lucha contra toda discriminación basada en el sexo. Sus disposiciones son de orden público e interés social y de observancia general en todo el territorio nacional.</p>

Fuente: Elaboración propia con información de los documentos oficiales que se citan en la tabla.

Marco programático federal

Respecto del marco programático, se revisaron los documentos de planeación nacional del desarrollo, cambio climático y transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios, mismos que se resumen en la Tabla IV.2. Al respecto, se observa lo siguiente:

- el compromiso de impulsar el desarrollo sostenible (PND);
- la existencia de una política de largo plazo en materia de adaptación y mitigación del cambio climático (ENCC) y de transición energética (ETTCL);
- acciones precisas determinadas para avanzar en la adaptación y mitigación del cambio climático durante la presente administración con la participación de las dependencias federales (PECC);
- el compromiso de lograr las metas comprometidas con la comunidad internacional en el marco del Acuerdo de París (NDC) de manera coordinada entre los órdenes de gobierno.

o servicio es diferente del costo total de los daños y beneficios en términos económicos, sociales, ambientales y a la salud, que involucran su producción y consumo”.

⁴² Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2022b).

⁴³ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2022c).

Tabla IV.2. Marco programático federal que sustenta el Programa *Ciudad Solar*.

Instrumento	Compromisos
Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024 (PND) ⁴⁴	Como parte de la política social, el gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, como factor indispensable del bienestar , y a considerar los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país.
Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40 (ENCC) ⁴⁵	Instrumento rector de largo plazo , de carácter orientador, que guía las acciones de la nación para combatir el cambio climático hasta 2050. Define los pilares de la política nacional de cambio climático que sustentan los ejes estratégicos en materia de adaptación que dirigen hacia un país resiliente y los de mitigación que conducen hacia un desarrollo bajo en emisiones. Sus líneas de acción consideran la participación de los tres órdenes de gobierno , así como del poder legislativo y de todos los sectores de la sociedad.
Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (PECC) ⁴⁶	<p>Tiene como finalidad el tránsito hacia una economía y actividad humana menos intensiva en carbono e incrementar la capacidad adaptativa de los sistemas naturales y humanos, a través de acciones con perspectiva de género y consistentes con el principio de equidad intergeneracional, atención prioritaria a comunidades locales y pueblos Indígenas, procuración de justicia ambiental, pleno respeto a los derechos humanos, gobernanza democrática, transparencia y participación ciudadana.</p> <p>Objetivo prioritario 1. Disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de la población, los ecosistemas y su biodiversidad, así como de los sistemas productivos y de la infraestructura estratégica mediante el impulso y fortalecimiento de los procesos de adaptación y el aumento de la resiliencia.</p> <p>Objetivo prioritario 2: Reducir las emisiones de GEI a fin de generar un desarrollo con bienestar social, bajo en carbono y que proteja la capa de ozono, basado en el mejor conocimiento científico disponible.</p> <p>Estrategia prioritaria 2.1. Impulsar la transición energética justa con énfasis en fuentes limpias, bajo un enfoque de derechos humanos para promover su generación y uso sustentable e incluyente.</p> <p>Estrategia prioritaria 2.3. Promover el uso eficiente de recursos en los sectores residencial y comercial que contribuya al desarrollo de asentamientos humanos inclusivos y resilientes al clima.</p> <p>Estrategia prioritaria 2.5. Promover la aplicación de tecnologías de punta y de procesos eficientes y limpios en la industria, a fin de fomentar el desarrollo competitivo, sustentable y bajo en carbono.</p>
Contribución Determinada a Nivel Nacional. Actualización 2022 (NDC) ⁴⁷	<p>En el componente de mitigación incluye las siguientes metas: Reducir 35% los GEI en 2030 con respecto a su línea base, con recursos nacionales que aportarán al menos un 30% y 5% con cooperación y financiamiento internacional previsto para energías limpias; reducir las emisiones de carbono negro 51% de forma no condicionada en 2030, y 70% de forma condicionada. En particular en generación eléctrica, se busca la integración de energía limpia y se impulsa el fortalecimiento de la generación distribuida, la cual tiene un gran potencial en las ciudades mexicanas.</p> <p>Para el cumplimiento de las metas se requiere de la participación de las entidades federativas.</p>
Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios (ETTCL) ⁴⁸	Tiene como principios: aumentar la generación de energía eléctrica con energías limpias y renovables , y cumplir con los compromisos en relación con el cambio climático y reducción de emisiones; el uso racional y sostenible de todos los recursos energéticos y tecnologías disponibles para el desarrollo nacional; administrar de manera ordenada la incorporación de energías renovables en la matriz energética nacional ; establecer políticas generales en la generación y uso de la electricidad, que contribuyan a la reducción de las emisiones de GEI , la recuperación de los sistemas ecológicos y la generación eléctrica con energías limpias ; promover el cambio tecnológico y cultural en la economía y sociedad, para tener mayor eficiencia en el uso y destino final de la energía .

Fuente: Elaboración propia con información de los documentos oficiales que se citan en la tabla.

⁴⁴ Gobierno de México (2019).

⁴⁵ Gobierno de la República (2013).

⁴⁶ SEMARNAT (2021).

⁴⁷ SEMARNAT-INECC (2022).

⁴⁸ SENER (2020).

Otros instrumentos normativos

Además de las leyes y documentos programáticos que se mencionan con anterioridad, existe en México una amplia variedad de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y de Normas Mexicanas voluntarias (NMX) que regulan temas específicos y que aplican a la estrategia *Ciudad Solar*. Entre las principales se pueden mencionar las siguientes⁴⁹:

- **Normas para el calentamiento solar de agua**

NOM-027-ENER/SCFI-2018, que refiere al rendimiento térmico, ahorro de gas y requisitos de seguridad de los calentadores de agua solares y de los calentadores de agua solares con respaldo de un calentador de agua que utiliza como combustible gas L.P. o gas natural;

NMX-ES-001-NORMEX-2005 sobre rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua (métodos de prueba y etiquetado), que busca disminuir el consumo de combustibles fósiles y la emisión de contaminantes;

NMX-ES-002-NORMEX-2007, Energía Solar-Definiciones y Terminología;

NMX-ES-003-NORMEX-2008 que establece requisitos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos para el calentamiento de agua; y la NMX-ES-004-NORMEX-2010 que establece el método de prueba para la evaluación térmica de sistemas solares para el calentamiento de agua.

NMX-ES-004-NORMEX-2010, Energía Solar-Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua-método de prueba.

- **Normas para paneles fotovoltaicos**

NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones Eléctricas (utilización) establece las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica;

NMX-J-618/1-ANCE-2010 establece requisitos generales para la construcción de módulos fotovoltaicos;

NMX-J-643/1-ANCE-2011 establece procedimientos para la medición de la corriente y tensión de los dispositivos fotovoltaicos;

NMX-J-655/1-ANCE-2012 especifica los requisitos para evaluar el desempeño de módulos FV en un cierto intervalo de irradiancia y temperatura;

NMX-J-655/2-ANCE-2012 establece procedimientos para la medición de eficiencia de los acondicionadores de energía que se utilizan en los sistemas fotovoltaicos aislados y sistemas fotovoltaicos que interactúan con la compañía suministradora;

NMX-J-655/3-ANCE-2012 especifica los requisitos mínimos para el funcionamiento y el desempeño de los controladores de carga de baterías para sistemas fotovoltaicos.

⁴⁹ SEMARNAT-INECC (2018).

Marco normativo y programático de la Ciudad de México

Marco normativo de la Ciudad de México

La Ciudad de México cuenta también con un amplio marco legal para promover el desarrollo sustentable, disminuir la huella ecológica, promover el crecimiento sostenible, transformar patrones de producción y consumo que ayuden a mitigar el cambio climático y a transitar hacia una economía baja en carbono, promover acciones para la adaptación a dicho fenómeno, entre otros aspectos. En la Tabla IV.3 se incluyen las leyes vinculadas a los objetivos de *Ciudad Solar*, así como sus principales mandatos.

Se revisaron instrumentos generales como la Constitución, la *Ley del Sistema de Planeación del Desarrollo* y la *Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y la Administración de la CDMX*, donde se establecen derechos, objetivos de desarrollo, y facultades y atribuciones de las dependencias, en este caso de la Secretaría de Desarrollo Económico, que tiene a su cargo *Ciudad Solar*. También se revisaron leyes sectoriales específicas, como la *Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático*, la *Ley Ambiental de Protección de la Tierra* o la *Ley de Desarrollo Económico* que establecen objetivos, principios, lineamientos y atribuciones que orientan y mandatan la realización de actividades en las que concurren distintas dependencias y que promueven la transformación de patrones, hábitos y costumbres de uso de los recursos naturales, la energía o el agua, para dirigir el desarrollo de la Ciudad hacia un esquema de sustentabilidad ambiental, económica y social. Asimismo, se analizaron las leyes relacionadas con el desarrollo urbano y la vivienda, donde se incorporan enfoques para reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia, prevenir y reducir riesgos, aumentar la eficiencia energética y los empleos verdes, promover la economía circular, es decir, para transitar hacia una ciudad sustentable. Por último, se analizó la *Ley de igualdad sustantiva entre hombres y mujeres en la CDMX*, que establece los principios rectores en esta materia, para garantizar que en la vida económica de la Ciudad se erradique cualquier tipo de discriminación laboral a partir de las diferencias de sexo.

Tabla IV.3. Marco normativo de la Ciudad de México que sustenta el Programa *Ciudad Solar*.

Instrumento	Mandato
Constitución Política de la Ciudad de México ⁵⁰	<p>Artículo 9. Ciudad solidaria. Las autoridades garantizarán progresivamente la vigencia de los derechos, hasta el máximo de los recursos públicos disponibles. Se asegurará la no discriminación, la igualdad sustantiva y la transparencia en el acceso a los programas y servicios sociales de carácter público.</p> <p>Artículo 13. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Las autoridades adoptarán las medidas necesarias, en el ámbito de sus competencias, para la protección del medio ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico, con el objetivo de satisfacer las necesidades ambientales para el desarrollo de las generaciones presentes y futuras.</p> <p>Artículo 15, apartado A, numeral 6. La Ciudad de México será una ciudad con baja huella ecológica, territorialmente eficiente, incluyente, compacta y diversa, ambientalmente sustentable, con espacios y servicios públicos de calidad para todos.</p> <p>Artículo 16, apartado A, numeral 2 y 4 mandatan, entre otros fines, la disminución de la huella ecológica y de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), a través de nuevas tecnologías y del uso de energía renovable.</p>
Ley del Sistema de Planeación del	Artículo 1. Ley reglamentaria de la Constitución Política de la CDMX en materia de planeación del desarrollo.

⁵⁰ Gobierno de la CDMX (2023).

Instrumento	Mandato
Desarrollo de la Ciudad de México ⁵¹	<p>Artículo 2. Fracción XI. Son instrumentos de planeación: el Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México, el Programa General de Ordenamiento Territorial y los de cada Alcaldía; el Programa de Gobierno de la Ciudad de México; los programas sectoriales, especiales e institucionales; los programas de gobierno de las Alcaldías; y los programas parciales de las colonias, pueblos y barrios originarios y comunidades indígenas residentes;</p> <p>Artículo 4. La planeación en la Ciudad tiene como objetivos: Facción IV. Disminuir la huella ecológica de la Ciudad para que sea territorialmente eficiente, incluyente, compacta y diversa, ambientalmente sustentable, con espacios y servicios públicos que mejoren la calidad de vida de sus habitantes y procurar la reducción de emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, gases, olores o cualquier otro tipo de actividad que pueda ocasionar daños a la salud de personas expuestas, así como a la población, al ambiente o los elementos naturales.</p> <p>Artículo 5. La planeación en la Ciudad se sustentará en los siguientes enfoques y principios rectores: I. Enfoque de derechos; II. Enfoque de desarrollo sustentable; VIII. Visión integral; 9. Prospectiva estratégica; XIV. Integralidad.</p> <p>Artículo 32. La planeación del desarrollo tendrá los siguientes ejes rectores: IV. Garantizar el desarrollo sustentable con eficiencia económica, equidad social, sustentabilidad ambiental, preservación y promoción de la cultura, prevención y reducción de riesgos, sin demérito de los recursos naturales, económicos y culturales indispensables para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras.</p> <p>Artículo 43. La planeación del desarrollo de la Ciudad se realizará a través del Sistema de Planeación y sus instrumentos contemplarán, Apartado A. Plan General de Desarrollo, fracción II, inciso b) Debe contener un apartado que establezca la visión prospectiva de crecimiento y desarrollo de la Ciudad que comprenderá la búsqueda de una ciudad con baja huella ecológica, territorialmente eficiente, incluyente, compacta y diversa, ambientalmente sustentable, con espacios y servicios públicos de calidad para todos.</p>
Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y de la Administración Pública de la Ciudad de México ⁵²	<p>Art. 30. La Secretaría de Desarrollo Económico cuenta con las siguientes atribuciones: ...XXII. Proponer a la persona titular de la Jefatura de Gobierno la política energética más adecuada para el crecimiento sostenible de la Ciudad; XXIII. Generar programas y ponerlos en operación, en coordinación con todos los sectores públicos y privados de la economía, de proyectos de producción y uso de energía limpia; XXIV. Promover en coordinación con la Secretaría de Administración y Finanzas, el establecimiento de incentivos económicos de reducción porcentual de pagos de impuestos, contribuciones o gravámenes a quienes establezcan en sus instalaciones equipamiento para mejora energética; XXVI. Promover la celebración de convenios y acciones con los gobiernos federal, estatales y municipales, así como con instituciones privadas y financieras, nacionales e internacionales, tendientes a fomentar las energías limpias.</p>
Ley de Mitigación y Adaptación al cambio climático (2021) ⁵³	<p>Artículo 2. Objeto: Fracción I. Garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano; II. Definir los principios, criterios, instrumentos y órganos para la aplicación en la Política de cambio climático en la CDMX; III. Establecer la concurrencia de competencias, atribuciones y facultades de las dependencias, entidades y Alcaldías de la CDMX; IV. Establecer las bases para desarrollar políticas públicas de la CDMX y Alcaldías con criterios transversales en materia de resiliencia, mitigación y adaptación al cambio climático; V. Instrumentar los mecanismos que promuevan la participación informada, incluyente, equitativa, diferenciada, corresponsable, efectiva y solidaria de la sociedad en materia de resiliencia, mitigación y adaptación al cambio climático; VIII. Fomentar una cultura ambiental ciudadana, por medio del acceso a información y promoción de la participación, que favorezca la transformación de patrones, hábitos y costumbres de producción y consumo, amigables con el medio ambiente y la sustentabilidad; IX. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología, la innovación, comunicación y difusión en materia de resiliencia, mitigación y adaptación al cambio climático; XIII. Contribuir al cumplimiento de las obligaciones internacionales, así como las metas nacionales a mediano y largo plazo en materia de cambio climático.</p> <p>Capítulo 1. Principios de la política estatal:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Respeto, protección, garantía y promoción de los derechos humanos II. Principio precautorio III. Prevención

⁵¹ Congreso de la CDMX (2021a).

⁵² Congreso de la CDMX (2020).

⁵³ Congreso de la Ciudad de México (2022a).

Instrumento	Mandato
	<p>IV. Desarrollo sustentable V. Equidad intergeneracional VI. Equidad intrageneracional VII. Uso y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas VIII. Enfoque de Economía Circular IX. Integralidad y transversalidad X. Coordinación y concertación XI. Participación informada, incluyente, equitativa, diferenciada, corresponsable y efectiva de todos los sectores de la sociedad</p> <p>Artículo 8. Corresponde a las alcaldías: V. Promover la incorporación de la Política en materia de cambio climático de la Ciudad de México y de la Alcaldía como eje transversal de la planeación del desarrollo, las políticas generales y sectoriales, así como los instrumentos de la política ambiental de la Alcaldía; VI. Coadyuvar con el Gobierno de la Ciudad de México y la Federación, en la implementación, difusión de proyectos, acciones y medidas de resiliencia, mitigación y adaptación al cambio climático, así como de otros instrumentos tendientes al mismo objetivo; VII. Proporcionar a la Secretaría la información con que cuente de fuentes emisoras de su competencia, para efectos de la integración del inventario que opere en la Ciudad de México.</p>
Ley Ambiental de Protección de la Tierra en el DF ⁵⁴	<p>Artículo 1 Objeto, Fracción III. Conservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como prevenir los daños al ambiente, de manera que la obtención de beneficios económicos y las actividades sociales se generen en un esquema de desarrollo sustentable.</p> <p>Artículo 9. Atribuciones de la SEDEMA: Fracción I. Formular, conducir y evaluar la política ambiental en el Distrito Federal, así como los planes y programas que de esta se deriven, en congruencia con la que en su caso hubiere formulado la Federación.</p> <p>Artículo 72. La Secretaría promoverá el otorgamiento de estímulos fiscales, financieros y administrativos a quienes: I. Adquieran, instalen y operen las tecnologías, sistemas, equipos y materiales o realicen las acciones que acrediten prevenir o reducir las emisiones contaminantes establecidos por las normas oficiales mexicanas y las ambientales para el Distrito Federal, o prevenir y reducir el consumo de agua o de energía, o que incorporen sistemas de recuperación y reciclamiento de las aguas de desecho o que utilicen aguas tratadas o de reuso para sus funciones productivas, de conformidad con los programas que al efecto se establezcan; realicen desarrollo tecnológico y de ecotecnias viables cuya aplicación demuestre prevenir o reducir las emisiones contaminantes, la producción de grandes cantidades de residuos sólidos urbanos, el consumo de agua o el consumo de energía, en los términos de los programas que al efecto se expidan.</p> <p>Artículo 122. La Secretaría celebrará acuerdos y convenios para el establecimiento de programas que permitan el ahorro de energía y su utilización eficiente, así como para el desarrollo de diferentes fuentes de energía, incluidas las fuentes renovables, conforme a los principios establecidos en la presente Ley.</p> <p>Artículo 122 Bis. Las Dependencias, delegaciones, órganos desconcentrados, entidades, órganos autónomos y órganos de gobierno del Distrito Federal, deberán en la medida de sus posibilidades presupuestarias, instalar algún tipo de tecnología solar, a fin de reducir el uso de energía y la emisión de gases de efecto invernadero.</p>
Ley para el desarrollo económico de la CDMX ⁵⁵	<p>Artículo 2. Fracción VIII. Fomentar de manera prioritaria la creación, el crecimiento y desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresas (MIPyMES).</p> <p>Artículo 23. La Secretaría (SEDECO) se coordinará con las Dependencias y Entidades que resulten competentes con el fin de generar estrategias económicas que mantengan el desarrollo continuo y sostenible de la economía, generando herramientas para alcanzar un desarrollo sustentable, equilibrado, incluyente y equitativo.</p> <p>Artículo 37. Se dará atención prioritaria a las MIPyMES en general y por sectores o ramas de la actividad económica, con la finalidad de que utilicen óptima y eficientemente su capacidad instalada, ... y desarrollen su capacidad de adaptación a los cambios tecnológicos ...</p>

⁵⁴ Congreso de la CDMX (2023a).

⁵⁵ Congreso de la CDMX (2023b).

Instrumento	Mandato
	<p>Artículo 39. Para que las MIPYMES eleven su rentabilidad, el aprovechamiento de sus recursos e incrementen el empleo, se promoverán instrumentos y mecanismos de fomento y otros apoyos financieros... para la reconversión productiva, la capitalización, investigación y desarrollo tecnológico.</p> <p>Artículo 45. Las Dependencias y Entidades de la Administración Pública (AP), en el ámbito de sus respectivas competencias, promoverán el desarrollo y la modernización tecnológica de las empresas, buscando una mayor incorporación y difusión del progreso técnico en las mismas que se traduzca en una mayor productividad, eficiencia y competitividad, a efecto de conseguir los siguientes objetivos:... IV. Fomentar y promover el uso y desarrollo de tecnologías limpias y renovables.</p> <p>Artículo 49. La Secretaría contribuirá con las Dependencias y Entidades de la AP, así como con las Alcaldías, para la vinculación entre el uso racional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente y la innovación tecnológica en los diversos sectores y ramas productivos de la Ciudad, particularmente los que presentan altos consumos de agua, energía y emisiones contaminantes.</p> <p>Artículo 50. Las Dependencias y Entidades de la AP de la CDMX, en el ámbito de sus respectivas competencias promoverán, en concertación con los sectores económicos, la creación, desarrollo y mejoramiento de infraestructura o bienes de uso público ..., para facilitar la distribución y comercialización de bienes y servicios, acercar a la oferta la demanda de bienes y servicios y estimular nuevas inversiones en la generación y uso racional de agua y energía, ...</p>
Ley de fomento de procesos productivos eficientes para el DF ⁵⁶	<p>Artículo 2. Los procesos productivos eficientes, para fines de esta Ley se entienden como la aplicación continua de medidas para reducir daños en la salud de los seres humanos y proteger el medio ambiente a través del diseño de mejoras, utilizar energía limpia y materias primas, implementar procesos avanzados, tecnologías y equipos, mejorar la administración y utilización racional de los recursos para reducir la contaminación de raíz, elevar las tasas de utilización eficiente de los recursos, reducir o evitar la generación de contaminación y los desechos generados a lo largo del proceso de producción...</p> <p>Artículo 14. El Gobierno deberá implementar Normas Generales para eliminar tecnologías de producción, procesos, equipo, y productos obsoletos, altamente dañinos para el medio ambiente y el desperdicio de recursos...</p> <p>Artículo 15. Las dependencias responsables, podrán aprobar el establecimiento de un sistema de etiquetado de productos de acuerdo con las necesidades en las áreas de protección a los recursos y medio ambiente, tales como conservación de la energía y del agua, reutilización de los desechos y reciclaje, así como crear los estándares relevantes de acuerdo a las necesidades locales.</p> <p>Artículo 16. La Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación deberá guiar y apoyar la investigación interna y desarrollar tecnologías de procesos de producción limpios y productos benéficos para la protección del medio ambiente y recursos, así como hacer demostraciones y popularizar las tecnologías de procesos de producción eficientes.</p> <p>Artículo 18. El Gobierno y las Alcaldías deberán dar prioridad a la compra de productos que favorezcan la conservación de la energía y el agua, reduzcan el desperdicio de recursos, y promuevan la conservación y protección del medio ambiente y de los recursos.</p> <p>Artículo 20. La Alcaldía verificará, apoyada por la SEDEMA, que las nuevas construcciones, renovación de construcción y expansión de proyectos deban implicar un menor impacto ambiental. Las empresas deberán convenir la prioridad de adoptar tecnologías de producción eficientes, procesos y equipos, los cuales maximizarán la tasa de utilización de recursos y una menor generación de contaminación.</p> <p>Artículo 25. Las empresas proveedoras de servicios, tales como restaurantes, lugares de entretenimiento, hoteles, y análogos, deberán adoptar medidas de conservación del agua y la energía, y otras tecnologías y equipo amigables con el medio ambiente, y reducir o evitar el uso y consumo de bienes que desperdicien recursos y contaminen el medio ambiente.</p> <p>Artículo 26. Los proyectos de construcción deberán adoptar opciones de diseño, construcciones, materiales decorativos, estructuras de construcción, accesorios y equipo que redunden en la conservación del agua, la energía y otras amigables con el medio ambiente y conservación de recursos en opciones de planes de construcción.</p>
Ley para el Desarrollo de la	<p>Artículo 10. La planeación y ejecución de las políticas y acciones de fomento para la competitividad de las MIPYMES debe atender, cuando menos, los siguientes criterios: III. Enfocar los esfuerzos de acuerdo con las</p>

⁵⁶ Congreso de la CDMX (2022b).

Instrumento	Mandato
Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa del Distrito Federal ⁵⁷	necesidades, el potencial y las vocaciones existentes en el Distrito Federal; VI. Enfocar estrategias y proyectos de modernización, innovación y desarrollo tecnológico para las MIPyMES ; Artículo 11. Para la ejecución de las políticas y acciones contenidas en el artículo anterior, deberán considerarse los siguientes programas: I. Capacitación y formación empresarial , así como de asesoría y consultoría para las MIPyMES ; IV. Promover una cultura tecnológica en las MIPyMES ; modernización, innovación y desarrollo tecnológico ; V. Desarrollo de proveedores y distribuidores con las MIPyMES.
Reglamento de la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa del Distrito Federal ⁵⁸	Artículo 4. Se consideran como Actividades de Fomento para el desarrollo de la competitividad de las MIPyMES , entre otras, a las económicas y a las tecnológicas, siendo las primeras las que contribuyan a crear, organizar y desarrollar mecanismos económicos para apoyar o estimular la creación, viabilidad, productividad, competitividad y sustentabilidad de las MIPyMES , así como el incremento de su participación en los mercados, con el fin de fomentar el empleo y el bienestar social y económico. Artículo 14. La Secretaría de Desarrollo Económico tiene facultades para diseñar, ejecutar y evaluar las políticas, programas, instrumentos y actividades de fomento para impulsar la creación, desarrollo, consolidación, viabilidad, productividad y sustentabilidad de las MIPyMES , y coordinar e impulsar la participación directa del sector público, privado y social, así como las acciones e instrumentos de apoyo para el desarrollo de su competitividad.
Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal ⁵⁹	Artículo 2. Son principios generales de la política urbana... VII. Planear el desarrollo urbano, considerando la instalación de sistemas de ahorro de energía, el aprovechamiento de energías renovables y el enfoque para reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia, prevención y reducción del riesgo en desastres naturales.
Ley de Vivienda para la Ciudad de México ⁶⁰	TÍTULO III DE LA SUSTENTABILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE, DEL HÁBITAT Y DEL ESPACIO PÚBLICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO; CAPÍTULO I DE LA SUSTENTABILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE Artículo 26. Principios y lineamientos generales de la política de vivienda. XIII. Incorporar el uso de materiales y de ecotecnologías y otras medidas en las acciones de mejoramiento y construcción de vivienda, que contribuyan a un desarrollo sustentable de la Ciudad. Artículo 44. El Instituto de Vivienda de la CDMX, en coordinación con el Gobierno de la Ciudad y dependencias federales, gestionará apoyos, subsidios o créditos para la implementación de ecotecnologías en las viviendas . Artículo 47. Las ecotecnologías que se incorporen a las unidades de vivienda, deberán garantizar un ahorro , buscando cumplir con los estándares de la NAMA de Vivienda Sustentable o, en su caso, de la política de vivienda sustentable vigente, ligado al nivel de ingreso de la o el beneficiario de una acción habitacional o de un crédito para la obtención de una unidad de vivienda.
Ley de Economía Circular ⁶¹	Artículo 2. Objetivos , Fracción X. Impulsar la generación de empleos verdes , la creación e impulso de empresas que prolonguen el uso de los productos y sus componentes en las mejores condiciones, el mayor tiempo posible y que reduzcan el uso de recursos naturales y energía ; XIV. Contribuir al cumplimiento de los compromisos y acuerdos para la superación de los retos locales, nacionales e internacionales de desarrollo sostenible y mitigación y adaptación al cambio climático; particularmente contribuyendo a la transición hacia una economía de emisiones neutras, bajo un enfoque de economía circular . Artículo 10. Atribuciones de la SEDECO. Fracciones XV. Coadyuvar con la Secretaría de Trabajo y Fomento al Empleo y la SEDEMA en la creación, fomento e impulso de empleos verdes y emprendimientos en materia de economía circular; XVI. Impulsar en coordinación con las autoridades que correspondan, la implementación de tecnologías que permitan eficientar los consumos de energía y agua , así como disminuir la generación de residuos, en mercados públicos y centros de abasto de la Ciudad .
Ley de Igualdad Sustantiva entre	Artículo 2. Para los efectos de esta Ley serán principios rectores la igualdad sustantiva, la equidad de género, la no discriminación y todos aquellos aplicables contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos

⁵⁷ Congreso de la CDMX (2021b).

⁵⁸ Gobierno de la CDMX (2010a).

⁵⁹ Gobierno de la Ciudad de México (2010b).

⁶⁰ Gobierno de la Ciudad de México (2017).

⁶¹ Congreso de la CDMX (2023c).

Instrumento	Mandato
Hombres y Mujeres en la CDMX ⁶²	<p>Mexicanos, Constitución Política de la Ciudad de México, Tratados e instrumentos internacionales de los que el Estado mexicano sea parte, la legislación federal y de la Ciudad de México.</p> <p>Artículo 22. Será objetivo de la presente ley en la vida económica, garantizar la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres. Los entes públicos velarán, en el ámbito de su competencia, que las personas físicas y morales, titulares de empresas o establecimientos, generadores de empleo den cumplimiento a la presente ley, para lo cual deberán adoptar medidas dirigidas a erradicar cualquier tipo de discriminación laboral entre mujeres y hombres.</p>
Reglamento de construcciones para el Distrito Federal ⁶³	<p>Artículo 53. En las manifestaciones de construcción tipos B y C, se deben cumplir los siguientes requisitos: ... proyecto de uso de sistemas para calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar conforme a los artículos 82, 83 y 89 de este Reglamento.</p> <p>Artículo 58. Para obtener la licencia de construcción especial, se debe cumplir con los siguientes requisitos: proyectos de las instalaciones hidráulicas incluyendo el uso de sistemas para calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, conforme a los artículos 82, 83 y 89 de este Reglamento.</p> <p>Artículo 72. Cuando la obra se haya ejecutado sin registro de manifestación de construcción o licencia de construcción especial.... II. Acompañar la solicitud con los documentos siguientes: ...planos de instalaciones que incluyan el uso de sistemas para calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar...</p> <p>Artículo 82. Las edificaciones deben estar provistas de servicios sanitarios con el número, tipo de muebles y características que se establecen a continuación: ...VI. En las edificaciones habitacionales nuevas plurifamiliares de más de tres viviendas y unifamiliares con superficie igual o mayor a 100 m² y en aquellas donde se realicen ampliaciones, modificaciones o reparaciones que alteren las condiciones existentes de las instalaciones hidrosanitarias del inmueble, se instalará además del sistema convencional de calentamiento de agua, un sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar que provea un porcentaje del consumo energético anual por uso de agua caliente conforme a lo establecido en el Capítulo VI de la Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico.</p> <p>Artículo 82 Bis. Las edificaciones que se vean imposibilitadas técnicamente para cumplir con el porcentaje de consumo anual energético requerido y alcancen uno menor, o sea totalmente inviable la instalación de los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, deberán de justificar técnicamente dicha imposibilidad detallando las razones y cálculos técnicos que soporten dicha justificación</p> <p>Artículo 83. Las albercas y fosas de clavados contarán, con: ...IV. Sistemas de aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento de agua de la alberca...</p> <p>Artículo 89. ... Todos los establecimientos industriales, comerciales, de oficinas, de servicios y de espectáculos, ubicados en la Ciudad de México y con más de 30 empleados, que utilicen agua caliente en sus servicios, están obligados a instalar, además del sistema convencional de calentamiento de agua, un sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, que provea un porcentaje del consumo energético anual por uso de agua caliente en el establecimiento...</p>

Fuente: Elaboración propia con información de los documentos oficiales que se citan en la tabla.

Marco programático de la Ciudad de México

Con relación al marco programático, se revisaron los documentos de la actual administración, que se muestran en la Tabla IV.4, a saber: a) el Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México 2020-2040; b) el Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024; c) la Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050 y el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030 y d) el Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024.

Es importante señalar que todos los documentos de planeación, sectoriales y transversales, derivan del Plan General de Desarrollo que, como se ha dicho con anterioridad, a la fecha no ha sido publicado en

⁶² Congreso de la CDMX (2022c).

⁶³ Gobierno de la Ciudad de México (2021).

la GOCDMX. Por lo anterior, las versiones que se revisaron fueron tomadas de las páginas oficiales del gobierno de la Ciudad de México.

Las prioridades y estrategias que se identificaron se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Planeación de corto, mediano y largo plazo;
- impulso a las energías renovables;
- reducción de la huella ecológica de la ciudad;
- aporte al cumplimiento de los compromisos internacionales;
- promoción de un desarrollo económico cuidadoso del medio ambiente, orientado a lograr bienestar social, el combate a la desigualdad y a lograr empleos de calidad;
- desarrollo bajo en carbono y resiliente, enmarcado en los enfoques y principios de la economía circular, la inclusión social, los derechos humanos y la equidad de género;
- apoyo a las MIPyMES y vinculación con el sector privado;
- incremento de la eficiencia energética, democratización de la energía y garantizar un futuro energético equitativo;
- incorporación de ejes transversales con enfoque de derechos y perspectiva de género.

Tabla IV.4. Marco programático de la Ciudad de México que sustenta el Programa *Ciudad Solar*.

Instrumento	Mandato
Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México 2020-2040 ⁶⁴	A la fecha (septiembre de 2023) no se ha publicado en la GOCDMX. La versión preliminar de septiembre de 2020 disponible en internet incluye 7 estrategias y ejes de transformación. El eje 2 “ Ciudad próspera y dinámica ” contiene la meta de que un 25% de la energía consumida en la CDMX provenga de fuentes de energía renovable , primordialmente solar. El Eje 3 “ Ciudad sustentable, sana y resiliente ” tiene el objetivo estratégico 12 “Economía circular y acción climática”, mediante el cual se busca hacer que la economía de la CDMX siga patrones circulares en el uso y aprovechamiento de recursos, con lo que se incrementa la eficiencia productiva , se reduce la huella ecológica y se cumplen los compromisos internacionales . Contiene la meta de reducir las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero en un 83 %, respecto a las de 2016, bajo un escenario condicionado a apoyo internacional.
Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024 ⁶⁵	Conforme a la constitución del DF (Art 15, Apartado B, 4) establece las metas y objetivos de la acción pública en el ámbito del Poder Ejecutivo , para dar cumplimiento a lo establecido por dicha Constitución. Es obligatorio para la administración pública de la Ciudad y los programas de la misma se deben sujetar a sus previsiones. La planeación presupuestal y los proyectos de inversión deben incorporar sus metas, objetivos y estrategias . Busca promover un crecimiento económico sustentable e incluyente que genere cadenas productivas sustentadas en la economía circular , así como sectores productivos que disminuyan la contaminación y promuevan nuevas tecnologías como las energías renovables (en particular energía solar en calentadores solares y paneles fotovoltaicos) y el uso eficiente de los recursos naturales, para lograr un mayor bienestar social para las personas. El Eje 2 “Ciudad sustentable” establece que el desarrollo económico no debe ser un elemento aislado que se privilegie sobre otros factores, sino que debe ir de la mano del medio ambiente, el bienestar social, el combate a la desigualdad y el empleo de calidad . En este eje se incorporan cinco elementos sustantivos en el marco de la inclusión y la sustentabilidad: desarrollo económico, desarrollo urbano, medio ambiente y recursos naturales, espacio público y áreas verdes, agua, drenaje y saneamiento.
Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050 y Programa de	Son los instrumentos que dirigen la política climática en la CDMX para disminuir los riesgos ambientales, sociales y económicos derivados del cambio climático, y para encaminar a la ciudad hacia un desarrollo bajo en carbono y resiliente, enmarcado en los enfoques y principios de la economía circular, la inclusión social, los derechos humanos y la equidad de género . La Estrategia, que tiene un horizonte temporal 2021 - 2050,

⁶⁴ Gobierno de la Ciudad de México (2020). En septiembre de 2023 este Plan no ha sido publicado en la GOCDMX.

⁶⁵ Gobierno de la CDMX (s/f.a).

Instrumento	Mandato
Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030 ⁶⁶	contiene ocho ejes estratégicos que se articulan para responder a la emergencia climática actual y construir una ciudad cero emisiones y resiliente a los impactos del cambio climático. El Eje 2 Ciudad Solar, hace referencia a la transición energética que requiere la Ciudad y tiene como objetivo incrementar la eficiencia energética, democratizar la energía y garantizar un futuro energético equitativo, inteligente y limpio.
Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024 ⁶⁷	Incluye siete ejes estratégicos. El 7 corresponde a Ciudad Solar . El documento disponible en la página de la CDMX es una presentación en formato Power Point, sin fecha, que no da detalles sobre este eje, sólo incluye una lámina donde se enuncian calentadores solares, paneles fotovoltaicos, biogas y otras fuentes renovables de energía.

Fuente: Elaboración propia con información de los documentos oficiales que se citan en la tabla.

También en la Ciudad de México existen normas obligatorias, que aplican a las actividades de *Ciudad Solar*. Por ejemplo, la instalación de calentadores solares se rige principalmente por la norma NADF-008-AMBT-2017 que establece especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en edificaciones, instalaciones y establecimientos.

En conclusión, la revisión de las leyes, reglamentos, normas, programas y estrategias que se han mencionado anteriormente permite afirmar que el Programa *Ciudad Solar* cuenta con un fundamento normativo y programático robusto, que se encuentra alineado a los objetivos y metas de la normativa nacional e internacional. También confirma que los resultados que se espera lograr con dicho Programa están contemplados en mandatos federales y locales para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, promover y hacer uso de la energía solar, generar empleos verdes, encaminar a la ciudad hacia un desarrollo bajo en carbono y asegurar que las medidas beneficien a la población en un marco de respeto a los derechos humanos, con igualdad y equidad.

⁶⁶ SEDEMA (s/f).

⁶⁷ Este documento no está publicado en la GOCDMX. La información que se incluye en la tabla se tomó de: Gobierno de la CDMX (s/f.b).

V. Metodología de la evaluación

En este capítulo se describen el enfoque y la metodología que se siguieron para realizar la evaluación de impacto del Programa *Ciudad Solar*, las fuentes de información y los instrumentos de recopilación, así como los criterios e indicadores generales que sirvieron para evaluar los impactos económicos, sociales y ambientales del Programa. Se presentan también las principales actividades que se llevaron a cabo como parte del trabajo de gabinete y del trabajo de campo para evaluar cada uno de los ejes estratégicos.

En los anexos se incluyen los cuestionarios utilizados para las entrevistas y encuestas realizadas con los grupos de actores clave de cada eje (Anexos 1 a 3 y 5 a 6), la metodología que se siguió para determinar la muestra del Eje 3 (Anexo 4), el listado de personas entrevistadas (Anexo 7), y las bases de datos con las respuestas obtenidas en las encuestas en línea que se aplicaron para obtener las opiniones de las personas beneficiadas en los Ejes 1 y 2 (Anexos 8 y 9).

V.1 Enfoque y metodología

Enfoque

El enfoque de la evaluación se centró en identificar los impactos sociales, económicos y ambientales (positivos o negativos, deseados o no deseados, directos e indirectos) que ha generado el *Programa Ciudad Solar*, a partir de la mirada de la población beneficiaria. Consideró aspectos cuantitativos (personas capacitadas, ahorros logrados, emisiones evitadas, empleos generados), y cualitativos (conocimientos y aprendizajes adquiridos, empoderamiento de las mujeres, generación de alianzas, compromisos a mediano plazo). Para ello se realizó trabajo de investigación documental y trabajo de campo.

El impacto se refiere a los efectos potencialmente transformadores, de largo plazo y de importancia última de la intervención. Va más allá de los resultados inmediatos y pretende englobar las consecuencias indirectas, secundarias y potenciales de ésta, así como sus efectos potenciales en el bienestar de las personas y en el medio ambiente (OCDE, 2020).

Metodología

La evaluación de impacto es un ejercicio orientado a identificar y cuantificar cambios en los beneficiarios o destinatarios, atribuibles a una intervención. Contempla los efectos positivos o negativos, deseados o no deseados, directos e indirectos que produjo dicha intervención. De todos los tipos de evaluación que existen, la de impacto es la más complicada, ya que debe identificar relaciones causales a partir, idealmente, de una contrafactual que permita estimar qué habría ocurrido en ausencia de la intervención.

Las evaluaciones de impacto deben planearse desde que se diseña el programa para que, a lo largo de su implementación, se pueda contar con un grupo de control que no será favorecido por la intervención

y que pueda ser contrarrestado con la población atendida, y para recopilar información y generar los datos que años después se requerirán para evaluar los cambios. Asimismo, se considera conveniente que las evaluaciones de impacto se hagan después de haber llevado a cabo evaluaciones de diseño y de procesos, para tener certeza sobre la teoría del cambio social implícita y sobre las relaciones de causalidad que se pretenden accionar. Según el Grupo de Evaluación de las Naciones Unidas (UNEG por sus siglas en inglés), hay un creciente consenso en que la Teoría del Cambio ofrece una base sólida para evaluaciones de impacto que adopten enfoques cualitativos, cuantitativos, o una mezcla de ambos, ya que es un modelo que explica cómo se espera que una intervención lleve hacia impactos previstos u observados, y que ilustra la serie de supuestos y vinculaciones que subyacen las presuntas relaciones causales entre insumos, productos, resultados e impactos en varios niveles (UNEG, 2013).

No obstante lo anterior, en la mayoría de los casos, las evaluaciones de impacto se diseñan sobre la marcha cuando un programa o intervención ha logrado cierta maduración en su implementación (SHCP, s/f). En estos casos, si el programa ha dado un correcto seguimiento a los beneficiarios o destinatarios de manera organizada y sistematizada mediante padrones o sistemas informáticos, o registros administrativos, estos pueden utilizarse durante la evaluación de impacto. Es por ello que es conveniente contar con un análisis de factibilidad, para asegurar la disponibilidad de la información necesaria para hacer la evaluación.

La evaluación de impacto del *Programa Ciudad Solar* no se diseñó antes de dar inicio a sus actividades y por ello no existe un grupo testigo. Tampoco existe la Teoría de Cambio en la que se sustenta, ni el análisis de factibilidad antes mencionado⁶⁸. Por ello, el método que se aplicó es el que Myriam Cardozo llama “método no experimental del tipo “después sin grupo de control”” (Cardozo Brum, 2006). La reconstrucción de la operación y resultados obtenidos hasta la fecha por el *Programa* y la evaluación de cada uno de los cinco ejes estratégicos que lo componen se basó entonces, como señalan los TdR de la presente consultoría, en una estrategia metodológica no experimental, y se realizó mediante trabajo de gabinete y trabajo de campo para conocer la perspectiva de la población beneficiaria, tomando como guía la pregunta central y las preguntas secundarias de investigación planteadas por EVALÚA CDMX en dichos TdR.

Con el análisis documental y con la realización de entrevistas a personas servidoras públicas y otros informantes claves que participaron en el diseño y que están involucrados en la implementación del Programa, y la aplicación de encuestas a la población beneficiaria, se recuperó información de los antecedentes, la planeación, la operación y los resultados obtenidos hasta la fecha en cada eje estratégico. También se identificaron y analizaron los cambios percibidos por la población beneficiaria, aplicando la perspectiva de género para conocer la manera en que hombres y mujeres de contextos y condiciones diversas, perciben y se benefician de las acciones establecidas en el *Programa*.

⁶⁸ Según los *Lineamientos generales para la evaluación de programas federales* publicados en 2007 por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la SHCP y la SFP (Coneval/SHCP/SFP (2007), la evaluación de impacto mide cambios en los indicadores de resultados atribuibles a la gestión del programa, a partir de un modelo experimental o cuasiexperimental. Como la mayoría de los programas no logran cumplir con los requisitos de ese tipo de modelo, en México se han realizado muy pocas evaluaciones de impacto (ver García y Cardozo, 2017).

Criterios e indicadores para la evaluación de impacto del Programa *Ciudad Solar*

Para identificar los distintos tipos de impactos del Programa *Ciudad Solar* se utilizaron diversos criterios que han sido propuestos y utilizados por organismos internacionales para guiar evaluaciones de impacto. Si bien algunos de estos criterios podrían considerarse de gestión, más que de impacto, quienes estudian este tipo de evaluaciones señalan tres elementos que hay que tomar en consideración para determinar los impactos: i) el marco temporal; ii) su diferencia respecto de los resultados; y iii) el ámbito en el que se producen. En este contexto, los impactos se producen como consecuencia de los resultados (García y Cardozo, 2017). Por lo anterior, para determinar el nivel de los impactos económicos, sociales y ambientales que ha tenido el *Programa* se consideraron las opiniones de las personas beneficiadas (impactos de corto plazo) y los avances que se tienen al término del año 2023 en el cumplimiento de las metas que estableció el Programa para el periodo 2019-2024 que, en la mayoría de los casos, se manifestarán en el mediano y largo plazo.

En la siguiente tabla se describen sus características y los indicadores asociados que sirvieron para la presente evaluación. Para la medición de los indicadores se utilizaron las calificaciones que se asignaron a cada criterio en la Tabla V.2 que se encuentra más adelante en este documento.

Tabla V.1. Criterios e indicadores de evaluación.

Criterio de evaluación	Definición	Indicador
Relevancia/ Pertinencia	Medida en la que los objetivos y resultados de una intervención para el desarrollo son congruentes con las necesidades y prioridades nacionales y globales (cambio climático, transición energética, desarrollo económico sustentable) y de los beneficiarios.	Grado en el que Proyecto contribuye al cumplimiento de las políticas nacionales y locales en materia de eficiencia energética.
Coherencia	Medida en que se generan sinergias y vínculos entre la intervención y otras intervenciones realizadas por la misma institución/gobierno, mediante la coordinación con otros actores. Grado en que la intervención ofrece un valor añadido y a su vez evita la duplicación de esfuerzos.	Grado de coordinación y colaboración entre actores e instituciones participantes.
Eficacia/Efectividad	Medida en la que se alcanzan los objetivos de intervención o la probabilidad de que se logren.	Nivel de cumplimiento de los resultados previstos en cada uno de los ejes ⁶⁹ .
Eficiencia	Medida en la que se utilizan los recursos (económicos, humanos, tiempos, experiencia, etc.) y se traducen en resultados, con el menor costo posible.	Grado de eficiencia en la asignación de los recursos.
Utilidad	Medida de satisfacción de las personas beneficiarias con el apoyo recibido.	Grado de satisfacción de los resultados de las acciones
Sostenibilidad	Medida en que los beneficios del proyecto puedan continuar, dentro o fuera del ámbito de éste, una vez que haya concluido.	Nivel de riesgo para la continuidad del Programa.

⁶⁹ Navarro (2005) señala que los objetivos de una intervención definen a priori los impactos positivos que se busca generar. Por lo tanto, el análisis de la definición y objetivos del programa a evaluar, generalmente conduce a la identificación de sus posibles efectos. Puede haber objetivos explícitos, pero también otros que no se enuncian de manera abierta y que podrían ser de igual o mayor importancia. Por ello es necesario que la evaluación vaya más allá de los objetivos enunciados para poder identificar sus efectos positivos y negativos.

Criterio de evaluación	Definición	Indicador
	Es la capacidad probable de que una intervención continúe brindando beneficios después de su finalización.	
Equidad e igualdad de género	Medida en la que se da trato igualitario a hombres y mujeres en el acceso a los apoyos otorgados por el Programa y en la que se tomaron en cuenta los roles diferenciados por género.	Grado en que el proyecto contribuye a la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer.
Impacto económico	Medida en la que las acciones del Programa modifican las condiciones económicas de las personas beneficiarias y de la CDMX	Grado en que el proyecto contribuye a la transformación de la economía de la CDMX
Impacto social	Medida en la que las acciones del Programa modifican las condiciones sociales de las personas beneficiarias y de la CDMX	Grado en que el proyecto contribuye a modificar las condiciones de vida de la población de la CDMX
Impacto ambiental	Medida en la que las acciones del Programa modifican las condiciones ambientales de la CDMX	Grado en que el proyecto contribuye a mejorar la calidad del aire de la CDMX

Fuente: Elaboración propia con insumos de OCDE (2010), Navarro (2005), PNUD 2021, UNEG (2013).

V.2 Fuentes de información e instrumentos de recopilación

Fuentes documentales

La evaluación del Programa *Ciudad Solar* se hizo tomando en consideración su objeto de estudio, que se inscribe en el modelo de desarrollo sustentable y en la problemática del cambio climático y la transición energética. Para desarrollar el capítulo de marco teórico se analizaron las principales teorías y conceptos que sustentan dichos aspectos, mediante la consulta de fuentes nacionales e internacionales.

Para la evaluación de cada uno de los ejes estratégicos del *Programa* se analizaron los documentos de las dependencias del Gobierno de la Ciudad de México y de otros actores clave involucrados en su diseño e implementación, así como información disponible en internet, para conocer los antecedentes, el contexto social, ambiental y energético en el cual se desarrolló, las metas y resultados esperados y reportados en cada eje, y para contar con elementos sobre los retos y oportunidades que se han identificado en cada caso.

Los tipos de documentos que sirvieron de insumo para el trabajo de gabinete son los siguientes:

- *Documentos de política y programáticos internacionales y nacionales* sobre desarrollo sustentable, cambio climático y transición energética, tales como: Informes de organismos internacionales, Agenda 2030 y ODS, Acuerdo de París, planes y programas federales y locales sobre energía y cambio climático, Reglas de operación de los programas de “Mejoramiento de la Vivienda” y “Vivienda en Conjunto” del INVI, Diagnóstico de transición energética de la CDMX, entre otros.
- *Documentos jurídicos y normativos*: leyes federales y locales tales como la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la Ley de Transición Energética (LTE), la Ley de Mitigación y Adaptación

al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable de la CDMX, la Ley para la Reconstrucción Integral de la Ciudad de México y otras relacionadas con la economía, la vivienda y el medio ambiente.

- *Documentos del Proyecto*: Diagnóstico del Programa Presupuestario F034 “Fortalecimiento de las competencias en energía solar”, presentaciones sobre el *Programa Ciudad Solar* disponibles en internet, convenios de colaboración, convocatorias, lineamientos, notas técnicas, Gacetas oficiales de la CDMX, entre otros.
- *Documentos de monitoreo del Proyecto*: informes de avances de ejecución, reportes de evaluación, informes anuales, auditorías a la Cuenta Pública.
- *Notas periodísticas* relacionadas con el *Programa* publicadas en páginas oficiales de la CDMX.

Instrumentos de levantamiento de información

Para la recolección de información y datos se reconocen diversas herramientas, entre las que se encuentran encuestas informales y formales, la observación directa y participativa, la opinión de expertos, la investigación bibliográfica, entre otros (OCDE, 2010).

En este caso, los principales instrumentos que se utilizaron para el levantamiento de información fueron entrevistas en profundidad y encuestas a actores relevantes de cada uno de los ejes estratégicos. Los cuestionarios incluyen dos partes: la que permite identificar las condiciones previas a la implementación de la intervención, y la que recupera información sobre la situación después de haber recibido los apoyos (capacitación, instalación y uso de celdas fotovoltaicas y calentadores solares, etc.) y sobre los resultados e impactos obtenidos.

Además de las preguntas secundarias incluidas en los TdR, el equipo consultor diseñó otras preguntas que consideró adecuadas para cumplir el objetivo general de esta evaluación, mismas que se incluyeron en las entrevistas y encuestas para determinar la situación previa a la implementación del Programa y los resultados e impactos obtenidos, considerando la perspectiva de género.

Los cuestionarios incluyen preguntas cerradas y abiertas. Las primeras sirven para cuantificar la información, y las segundas permiten obtener información más detallada y conocer las percepciones, opiniones y recomendaciones de las personas entrevistadas. En ambos casos se hicieron análisis estadísticos.

La percepción social está conformada por elementos objetivos y subjetivos que se alimentan mutuamente y que determinan las opiniones y comportamientos de las personas. Conocer la percepción social permite adentrarse en la conciencia, sensación, conocimiento inmediato e intuitivo o de juicio de las personas, lo cual se ve influido por los contextos económicos, sociales, culturales y ambientales, así como por la condición social, étnica, etaria y de género de quienes la expresan. También son determinantes para la percepción social otras estructuras mediadoras como la familia, los medios de comunicación, la escuela y los espacios laborales, entre otros. Conocer la percepción que tienen las personas beneficiarias o destinatarias de un proyecto o programa arroja información valiosa y asegura que la intervención tenga el reconocimiento y la apropiación social de sus resultados. También contribuye a promover cambios en patrones de conducta y a generar procesos participativos incluyentes.

En el caso de esta evaluación se buscó conocer las percepciones de quienes promueven o instrumentan las acciones, y de aquellas personas que son receptoras o beneficiarias del *Programa*. Particularmente la pregunta ¿cómo evalúa los resultados de la iniciativa? que se incluyó en los cuestionarios buscó que las personas encuestadas o entrevistadas tuvieran la oportunidad de responder con libertad y dar comentarios amplios que sirvan para mejorar las acciones realizadas en el marco del *Programa*.

Todas las entrevistas se llevaron a cabo con consentimiento previo de las personas y en un ambiente de respeto, apertura y confidencialidad para generar confianza y que las opiniones se manifestaran en forma abierta y sin restricciones. Para proteger el anonimato, las respuestas de cada uno de los grupos de actores se procesaron de manera conjunta y, posteriormente, se hizo un análisis integral con los resultados obtenidos y con los documentos de apoyo.

Perspectiva de género

La evaluación se realizó utilizando la **perspectiva de género** para identificar el grado de participación de mujeres y hombres en todos los componentes del Programa *Ciudad Solar* y los impactos diferenciados de ésta. Ello para reconocer y analizar acciones que pudieran estar incrementando las desigualdades de género, y cuya atención pudiera ayudar a mejorar los impactos sociales, económicos y energéticos del *Programa* o, por el contrario, para identificar acciones que ayuden a su reducción.

La identificación, prevención y reducción de las desigualdades de género son tareas esenciales para la política climática de la Ciudad de México. En la *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050* y en el *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030* se reconoce que las mujeres son poderosas agentes de cambio, y se establece el compromiso de fortalecer el papel que tienen en el acceso, gestión, uso y control de los recursos naturales, en el acceso a los beneficios generados y su participación en todas las etapas de los procesos de toma de decisiones respecto a la acción climática local. Entre las medidas que se promueven como parte de la política climática se encuentran el desarrollo de capacidades, la transferencia de tecnología, el acceso a financiamiento y a información y la educación ambiental para la acción climática incluyente (SEDEMA s/f.a).

La política climática incluyente y transformadora de la Ciudad de México sintetiza los elementos a incorporar en la acción climática con perspectiva de género en un decálogo que incluye aspectos como “desagregar por sexo todos los datos de los diagnósticos, población beneficiaria, diseño, implementación y evaluación de planes, programas y proyectos públicos sobre medio ambiente, conservación y restauración de biodiversidad, cambio climático, gestión de riesgos y manejo de desastres”; “promover los derechos de las mujeres para el acceso, la gestión, el control, el uso y el manejo de recursos como la tierra, el agua, etc.”; “integrar a las mujeres a las acciones de mitigación no sólo como consumidoras, sino como gestoras de proyectos de energía solar, biogás, agua, captura de carbono, gestión de riesgos, restauración y conservación ambiental” (SEDEMA s/f.a).

Si bien la política incluye un apartado específico sobre la interacción de género y cambio climático en la Ciudad de México, no se hace alusión específica al sector de la energía, que tradicionalmente es un sector masculinizado. Según cifras del INEGI citadas en el *Tercer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático de México* (SEMARNAT-INECC, 2022), en el sector secundario, donde se ubica el energético, las mujeres representan 26.3% de la población ocupada y los hombres 73.7%. Particularmente en el subsector eléctrico, en 2019 trabajaron

71,505 hombres (76%) y solo 22,008 mujeres (24%)⁷⁰. Las brechas de género en la participación laboral en el sector energético están relacionadas con la baja participación de las mujeres en las carreras profesionales asociadas a los temas energéticos, que sólo representan 21.5% de la matrícula de ingreso en dichas carreras.

Por otro lado, según la fuente mencionada anteriormente, alrededor de once millones de hogares mexicanos (37% del total nacional) viven en pobreza energética y la precariedad en los servicios básicos afecta en mayor medida a las personas más ligadas a las actividades de cuidados y de hogar, que son mayoritariamente mujeres. A partir de 1990, la presencia de la mujer en la jefatura del hogar ha registrado un incremento sostenido, al pasar de 17.0% a 33% en 2021. En la Ciudad de México, en el año 2020, 40 de cada 100 hogares reconocían a las mujeres como persona de referencia, lo que significa que son consideradas como jefa de la vivienda⁷¹, por lo que fue importante conocer su percepción y opinión respecto de los beneficios individuales y en el hogar que han generado las actividades que promueve *Ciudad Solar*, así como recoger sus propuestas para mejorar la implementación del *Programa* y contribuir a la definición de políticas públicas en el sector energético para que tengan impactos sociales favorables tanto para hombres como para mujeres.

Por todo lo señalado anteriormente, cuando fue posible se desagregó la información por sexo para identificar la participación de las mujeres en todos los ejes estratégicos del *Programa*, y para generar información para aportar a la futura construcción de indicadores de género y a la identificación de medidas y acciones para fortalecer su papel en las soluciones. Se analizó su acceso a oportunidades de formación y progreso profesional en la rama energética; su liderazgo en el ámbito empresarial; y su participación en la toma de decisiones en los hogares para el acceso a nuevas fuentes de energía. Todo ello considerando los roles de género y las opciones técnicas y oportunidades económicas que subyacen entre mujeres y hombres. Esto en línea con el *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024* que tiene como propósito “No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie ni afuera” y con el *Programa de Gobierno 2019-2024 de la Ciudad de México* que considera la igualdad como guía y símbolo de la Ciudad (Gobierno de la Ciudad de México (s/f.)).

⁷⁰ También en el *Diagnóstico de Transición Energética de la Ciudad de México*, que retoma información del INEGI, se menciona que el sector energético es fundamentalmente masculino: “Con relación al sector de electricidad, agua y gas, del total de población ocupada, solo dos de cada diez personas ocupadas son mujeres, es decir, el sector de energía y agua es un ámbito poblado sobre todo por hombres...”. “La apropiación masculina del sector energético ha propiciado que las actividades que se desarrollan en el sector energético mexicano estén sobrerrepresentadas por hombres y primordialmente matizadas con expectativas masculinas” (SEDECO (s/f.a) pág. 13).

⁷¹ INEGI (2020), *Censo de Población y Vivienda 2020*.

V.3 Actividades realizadas por eje estratégico

Eje 1. Capacitación y certificación de técnicos instaladores de sistemas fotovoltaicos y de calentamiento solar

Según el *Informe de avances integrados 2019-2021 del Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024* (SEDEMA s/f.b), desde 2019 y hasta diciembre de 2021 se ha capacitado a 710 personas distribuidas en las 16 alcaldías de la Ciudad, lo que representa un 72% de la meta prevista para 2024, año en que se espera contar con 1,000 personas capacitadas y certificadas.

En este eje participan tres grupos de actores que fueron entrevistados.

a) *Responsables institucionales del Programa Ciudad Solar.*

La Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno de la CDMX (SEDECO) es la dependencia responsable del Programa *Ciudad Solar* y, específicamente, del *Programa estratégico para la profesionalización de las actividades de instalación de sistemas fotovoltaicos y de calentamiento solar de agua en la Ciudad de México*. En particular se entrevistó a personal de la Dirección General de Desarrollo y Sustentabilidad Energética (DGDySE) para conocer los antecedentes, evaluar la gestión, conocer los resultados obtenidos a la fecha y los avances en el cumplimiento de las metas, así como los retos y las áreas de oportunidad que identifican.

b) *Proveedores de la capacitación*

Para impartir la capacitación se firmaron convenios con el Instituto para la Capacitación en el Trabajo de la Ciudad de México (ICAT) y dos empresas: SOLARVATIO S.A. de C.V. y Distribución y Certificación en Iluminación Paneles Solares (DCIPSSA) que cuentan con la capacidad y experiencia de capacitación en estándares de competencia establecidos por el CONOCER para instalaciones, diseño, promoción, venta y las demás actividades relacionadas con la cadena de valor de sistemas fotovoltaicos, de calentamiento solar de agua y de eficiencia energética. Con las entrevistas se obtuvo información acerca de los objetivos y contenidos de los programas de capacitación, las personas capacitadas y/o certificadas, la participación de hombres y mujeres, los resultados obtenidos, las problemáticas enfrentadas y los retos y oportunidades de la capacitación y certificación en los temas del Programa.

c) *Personas beneficiarias de la capacitación*

Se encuestó a las personas que tomaron los cursos para evaluar el acceso a los beneficios otorgados por *Ciudad Solar*, la calidad de los cursos y talleres, los resultados obtenidos, su grado de satisfacción, la utilidad de la capacitación para generar empleos verdes –actuales y futuros– y para crear empresas, así como su percepción sobre los retos y oportunidades a futuro. También se preguntó sobre el proceso de certificación.

A todas las personas incluidas en el padrón de beneficiarios la DGDySE les envió por correo electrónico una invitación a responder un cuestionario breve y sencillo en la plataforma gratuita Google Forms.

En el **Anexo 1** se incluyen los cuestionarios aplicados en las entrevistas y en la encuesta en línea. Estos se desarrollaron a partir de las preguntas incluidas en los TdR, los *Lineamientos para la operación de la acción institucional para el fortalecimiento de competencias en energía solar* publicados en Gacetas

Oficiales de la CDMX, e información disponible en el sitio oficial de *Ciudad Solar* (<https://ciudadesolar.cdmx.gob.mx/programas/programa/capacitacionsolar>).

Eje 2. Energía solar para MIPyMES

Para la evaluación de este eje se realizaron entrevistas a profundidad y encuestas a los siguientes actores:

- a) *Personal de la Dirección General de Desarrollo y Sustentabilidad Energética* de la SEDECO (DGDySE), que es el área responsable de la Acción Institucional de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPyMES.
- b) *Proveedores y oferentes de sistemas energéticos* que cumplieron con los requerimientos y estándares de calidad establecidos por el gobierno de la Ciudad, y que fueron elegidos de manera libre por las personas beneficiarias, comparando las ventajas técnicas, económicas, de garantías, de servicios o de cualquier otra índole que ofertaban los proveedores.
- c) *Personas físicas con actividad empresarial y/o personas morales* estratificadas como micro, pequeña y mediana empresa, con operaciones en la Ciudad de México beneficiadas con el apoyo para la instalación de sistemas energéticos en sus instalaciones, para conocer su percepción y opinión respecto de la pertinencia y resultados de las actividades realizadas en este componente.

También en este caso la DGDySE envió por correo electrónico una invitación a responder un cuestionario en la plataforma Google Forms.

En el **Anexo 2** se muestran la encuesta y los cuestionarios que se aplicaron a cada uno de los grupos de actores. Para determinar las preguntas se utilizaron los TdR, los *Lineamientos para la operación de la acción institucional para el fomento a la transición y la sustentabilidad energética en MIPyMES* (SEDECO 2021a y 2021b) y la convocatoria para participar como beneficiario o beneficiaria en la acción institucional antes mencionada (SEDECO 2021c), el *Diagnóstico del Programa Presupuestario F034 Fortalecimiento a las Competencias en Energía Solar*, e información disponible en el sitio oficial de *Ciudad Solar*, entre otros documentos.

Eje 3. Calentamiento solar de agua

Según los TdR se han instalado 25,053 calentadores solares de agua en viviendas bajo la Norma Ambiental NADF-008-AMBT-2017, que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en edificaciones, instalaciones y establecimientos: 5,361 a través del Programa de Reconstrucción de la Ciudad de México; 12,381 a través de los Programas de Mejoramiento del Instituto de Vivienda, y 7,311 mediante los presupuestos participativos de las alcaldías. En ese periodo, se ha estimado que los sistemas han contribuido con la mitigación de 16,388 toneladas de CO₂e al año.

Para recabar la información se realizaron entrevistas en profundidad a quienes operan los programas que financiaron la instalación de los equipos de calentamiento solar: la Comisión para la

Reconstrucción de la Ciudad de México que da seguimiento a las labores de recuperación y reconstrucción de las viviendas dañadas por el sismo de 2017, y el INVI, que tiene a su cargo los Programas “Mejoramiento de Vivienda” y “Vivienda en Conjunto”. En las alcaldías que promueven la instalación de sistemas de calentamiento solar de agua en viviendas mediante los presupuestos participativos no se realizaron entrevistas, porque no fue posible contar con su información.

Asimismo, para conocer la opinión de las personas beneficiadas se construyó una muestra probabilística estratificada por conglomerados y polietápica del padrón de viviendas beneficiadas a las que se entrevistó para evaluar el impacto del *Programa* en materia de ahorro de energía; cambios percibidos en la dinámica energética; gasto y usos del tiempo en los hogares; beneficios y problemática que conlleva la instalación, mantenimiento y uso de calentadores solares, entre otros aspectos.

En el **Anexo 3** se incluyen los cuestionarios y la encuesta aplicada en las viviendas beneficiadas, mismos que se elaboraron con base en los TdR, las *Reglas de Operación del Programa Social “Otorgamiento de ayuda de beneficio social a personas beneficiarias del Programa de Mejoramiento de Vivienda del Instituto de Vivienda de la Ciudad de México (INVI), Ejercicio 2023”*, la *Ley para la Reconstrucción Integral de la Ciudad de México*, información del portal de *Ciudad Solar* e información de las alcaldías sobre presupuestos participativos publicada en prensa y redes sociales, principalmente.

En el **Anexo 4** se describe de manera detallada de la metodología utilizada para determinar la muestra de este eje.

Eje 4. Generación eléctrica

Este eje tiene dos componentes: la instalación de SFV en edificios públicos y mercados, y la construcción de la planta FV en la Central de Abasto.

- **Instalación de celdas solares en edificios públicos y mercados**

Para obtener la información para evaluar el impacto de la colocación de paneles en edificios públicos y mercados se realizaron entrevistas en profundidad a personas servidoras públicas de la DGDySE de la SEDECO en su calidad de gestor y operador de la iniciativa, y también como beneficiario de la instalación de celdas solares en sus edificios, y de la SIBISO en su calidad de beneficiaria. No se contó con información para evaluar el impacto en mercados, ya que dependen de las alcaldías.

En el **Anexo 5** se encuentran los cuestionarios aplicados. Las preguntas se elaboraron para dar respuesta a las que se plantearon en los TdR, y considerando el *Programa Ambiental de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024*, el *Informe Edificios Públicos con Energía Solar* de la SEDECO, y notas de prensa, entre otros documentos.

- **Central fotovoltaica en la Central de Abasto**

En el caso de la CEDA, se entrevistó también a personal de la DGDySE que da seguimiento al proyecto de construcción de la planta fotovoltaica. También en el **Anexo 5** se puede consultar el cuestionario aplicado. Para su elaboración se utilizaron los TdR, el *Programa Ambiental de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024* y notas de prensa, entre otros documentos.

Eje 5. Planta de biodiesel

Para recabar la información de este eje se realizó una entrevista a personal del FICEDA y de la empresa que se encarga de la operación de la planta, así como a personal del Metrobús (MB) en su calidad de usuario del biocombustible, para conocer las problemáticas enfrentadas, y los retos y oportunidades identificados en el proceso de implementación. En el **Anexo 6** se incluyen los cuestionarios aplicados, mismos que se desarrollaron a partir de preguntas planteadas en los TdR, el *Convenio para la administración y operación de la “Planta Productora de Bioaditivo”*, el *Programa Ambiental de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024*, notas de prensa, entre otros documentos.

V.4 Procedimiento para la sistematización y el análisis de la información

La información obtenida de la revisión y análisis documental, así como de las entrevistas y los cuestionarios aplicados se sistematizó de la siguiente manera:

- Para cada eje se elaboraron cuadros con las respuestas a las preguntas cerradas y abiertas para resumir la información cuantitativa y cualitativa. Estas se clasificaron conforme a las temáticas de los cuestionarios.
- La información de esos cuadros se utilizó para hacer la evaluación de impacto de cada eje conforme a los criterios de relevancia/pertinencia, coherencia, eficacia/efectividad, eficiencia, utilidad, sostenibilidad y equidad e igualdad de género.
- Se elaboró una tabla resumen en la que se concentró la evaluación de cada uno de los cinco ejes conforme a las calificaciones señaladas en la Tabla V.2. Con esa información se calificó el impacto del Programa en su conjunto según el nivel de cumplimiento de los criterios establecidos para identificar su alineación con las prioridades nacionales y locales, el nivel de coordinación que tuvo con los actores clave, el logro de los objetivos, la asignación y uso de los recursos, el nivel de satisfacción de las personas beneficiarias; las posibilidades de sostenerse en el mediano y largo plazo; y los impactos económicos, sociales y ambientales de corto y más largo plazo.

Tabla V.2. Calificaciones para la evaluación de impacto.

Característica	Calificación
Relevancia/Pertinencia	
El <i>Programa</i> está en línea con las prioridades nacionales y locales y aporta al cumplimiento de compromisos del país en materia de cambio climático y transición energética	Pertinente (P)
El <i>Programa</i> no está en línea con las prioridades nacionales y locales y no aporta al cumplimiento de compromisos del país en materia de cambio climático y transición energética	No pertinente (NP)
Coherencia	
El proyecto se coordinó de manera adecuada con actores e instituciones participantes.	Bueno (B)
El proyecto tuvo algunas deficiencias en la coordinación con actores e instituciones participantes.	Regular (R)
El proyecto tuvo deficiencias importantes en la coordinación con actores e instituciones participantes.	Malo (M)
Eficacia / Efectividad	
El proyecto no tuvo deficiencias en el logro de sus objetivos	Altamente satisfactoria (AS)
Sólo hubo deficiencias menores	Satisfactoria (S)
El proyecto tuvo deficiencias importantes en el logro de sus objetivos	Insatisfactoria (I)
Eficiencia	
El proyecto asignó los recursos de manera adecuada	Satisfactoria (S)
El proyecto tuvo deficiencias en la asignación de los recursos	Insatisfactoria (I)

Característica	Calificación
Utilidad	
Los resultados de la actividad/proyecto respondieron a las necesidades de las personas/instituciones beneficiadas	Satisfactoria (S)
Los resultados de la actividad/proyecto no respondieron a las necesidades de las personas/instituciones beneficiadas	Insatisfactoria (I)
Sostenibilidad	
Riesgos insignificantes para la sostenibilidad	Probable (P)
Riesgos moderados	Moderadamente probable (MP)
Riesgos significativos	Moderadamente improbable (MI)
Riesgos graves	Improbable (I)
Equidad e igualdad de género	
El proyecto generó mejoras sustantivas en las condiciones de vida de las mujeres	Probable (P)
El proyecto generó algunas mejoras en las condiciones de vida de las mujeres	Moderadamente probable (MP)
El proyecto no generó mejoras en las condiciones de vida de las mujeres	Improbable (I)
Impactos sociales	
El proyecto mejoró las condiciones de vida de la población de la CDMX	Alto
El proyecto contribuyó en alguna medida a mejorar las condiciones de vida de la población de la CDMX	Medio
El proyecto no contribuyó a mejorar las condiciones de vida de la población de la CDMX	Bajo
Impactos económicos	
El proyecto transformó la economía de la CDMX	Alto
El proyecto contribuyó en alguna medida a la transformación de la economía de la CDMX	Medio
El proyecto no contribuyó a la transformación de la economía de la CDMX	Bajo
Impactos ambientales	
El proyecto mejoró la calidad del aire de la CDMX	Alto
El proyecto contribuyó en alguna medida a mejorar la calidad del aire de la CDMX	Medio
El proyecto no contribuyó a mejorar la calidad del aire de la CDMX	Bajo

Fuente: Elaboración propia con base en PNUD, 2021.

Para sistematizar los resultados se utilizaron los cuatro niveles de resultados de evaluación que plantea el Comité de Asistencia para el Desarrollo (CAD) de la OCDE (OCDE, 2010), que son los siguientes:

1. *Hallazgos o constataciones*: son afirmaciones basadas en hechos; evidencias obtenidas de una o más evaluaciones y de personas entrevistadas.
2. *Conclusiones*: señalan los factores de éxito y fracaso de la intervención evaluada, prestando atención especial a los resultados y repercusiones intencionales o no y, de manera más general, a otras fortalezas y debilidades. Una conclusión se apoya en los datos recopilados y en los análisis realizados.

3. *Recomendaciones*: son propuestas derivadas de las conclusiones que tienen como objeto mejorar los impactos de la intervención para rediseñar los objetivos, reasignar los recursos, ampliar los alcances, entre otros aspectos.
4. *Lecciones aprendidas*: destacan los puntos fuertes o débiles en la planeación, el diseño y la puesta en práctica que afectan el desempeño, los resultados y el impacto de la intervención.

VI. Evaluación del impacto de los ejes estratégicos

En este capítulo se presenta la evaluación del impacto que ha tenido cada uno de los cinco ejes estratégicos que componen *Ciudad Solar*. En cada caso se incluye información de contexto, donde se recuerda al lector el objetivo que se persigue, las metas planteadas al inicio de la presente administración de gobierno, así como los avances en su cumplimiento reportados por la SEDECO; se mencionan las actividades realizadas por las dependencias e instituciones involucradas en la implementación de las acciones comprometidas; se presenta el análisis del trabajo de campo, que incluye los resultados de las entrevistas y encuestas realizadas y los principales hallazgos encontrados. Al final se hace la evaluación conforme a los criterios de pertinencia, coherencia, eficacia, eficiencia, utilidad, sostenibilidad y equidad e igualdad de género determinados en la metodología mencionada en el capítulo anterior, y se concluye con una valoración de los impactos económicos, sociales y ambientales que han tenido las acciones, tanto en la vida de las personas beneficiadas como, en general, en las condiciones de la Ciudad de México.

VI.1 Eje 1. Capacitación

Como se ha mencionado con anterioridad en este documento, el objetivo de este eje es fortalecer la calidad de las actividades relacionadas con la instalación de sistemas fotovoltaicos, de calentamiento solar de agua y de eficiencia energética, mediante capacitaciones y certificaciones en Estándares de Competencia del CONOCER y en las mejores prácticas disponibles, para generar certeza técnica en el sector de las energías renovables en la Ciudad de México e impulsar la generación de empleos verdes, la competitividad y el fomento a las inversiones en sistemas sustentables de abastecimiento energético en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES) de la Ciudad (SEDECO, 2019a).

Según la DGDySE de la SEDECO, que es la Unidad Responsable de instrumentar esta actividad, este el primer esfuerzo que realiza el Gobierno de la Ciudad de México para capacitar a instaladores, con un horizonte de cinco años a partir de 2019. En la siguiente tabla se presenta la meta establecida para este periodo y los resultados alcanzados al año 2023.

Tabla VI.1.1 Meta 2019-2024 del Eje 1 y avances al 2023.

Meta para el periodo 2019-2024	Avance de la meta al 2023 (totales)
1,000 técnicos certificados como instaladores solares (calentamiento solar de agua y generación solar de electricidad) bajo estándares del CONOCER	710 personas capacitadas

Fuente: Elaboración propia con base en información contenida en documentos oficiales y de información proporcionada por la DGDySE.

Actividades realizadas

El 22 de mayo de 2019 la SEDECO publicó en la GOCDMX el “Acuerdo por el que se dan a conocer los lineamientos para la operación de la acción institucional para el fortalecimiento de competencias en energía solar en la Ciudad de México”, en donde describió la población objetivo, el presupuesto asignado, el tipo de apoyos a ser otorgados, los requisitos para recibir los apoyos, los criterios de elegibilidad, las convocatorias y su difusión, entre otros aspectos (SEDECO, 2019a). En dichos lineamientos se incluía también una serie de indicadores de resultados para evaluar las metas establecidas con relación a las solicitudes aprobadas, el presupuesto ejercido, el número de personas que aprobaron los cursos y su acreditación. Se estableció la meta de 80% de las solicitudes aprobadas con base en un universo de 1,000 solicitudes recibidas y 80% del presupuesto ejercido.

Con relación a los apoyos, los lineamientos antes mencionados establecieron que la SEDECO cubriría “hasta” el 50% del costo total del proceso de capacitación o certificación y el porcentaje restante estaría a cargo de la persona beneficiada, que tenía que hacer el pago directamente a la institución capacitadora con la que SEDECO firmó un convenio. El 3 de junio de ese mismo año se publicó una modificación a los lineamientos señalando que los apoyos serían “desde” el 50% del costo total (SEDECO, 2019b).

El 20 de marzo de 2020 los lineamientos continuaron planteando que los apoyos serían “desde” el 50% del costo total de la capacitación y en abril de 2021, si bien se mantuvo que el esquema de participación de la SEDECO sería “desde” el 50% del costo total de la capacitación o procesos de certificación, se especificó que se ofrecería un 80% de apoyo en la capacitación, y que para los cursos con certificación se darían apoyos con diferentes porcentajes según la calificación que se obtuviera al final de éstos: quienes obtuvieran una calificación entre 9 y 10 tendrían un apoyo del 100% para la evaluación con fines de certificación; quienes obtuvieran una calificación entre 8 y 8.9 contarían con el 70% de apoyo; y quienes obtuvieran una calificación de 7 a 7.9, tendrían un apoyo del 50%. Asimismo, se apoyaría con el 100% para la emisión del certificado.

Los últimos lineamientos para esta acción institucional que se publicaron el 24 de mayo de 2021, señalaron que la SEDECO ofrecería un apoyo del 80% para los cursos de capacitación.

Respecto al presupuesto para esta actividad, los lineamientos del 2019 contemplaban la dispersión de hasta \$2,678,344.00 (Dos millones seiscientos setenta y ocho mil trescientos cuarenta y cuatro pesos M.N.), aclarando que en los ejercicios subsecuentes los recursos quedarían sujetos a las asignaciones aprobadas en el Presupuesto de Egresos de la Ciudad de México. Como se puede observar en la tabla VI.1.1, la asignación de recursos para cada uno de los años 2020 y 2021 se redujo notoriamente.

En dichos lineamientos también se menciona que las convocatorias respectivas para acceder a los apoyos serían publicadas en la GOCDMX, así como en la página de internet de la SEDECO, y como opción se podrían establecer estrategias en conjunto con las alcaldías u otras dependencias o entidades de la Administración Pública de la Ciudad de México para mayor difusión de esta Acción Institucional.

Es así como durante los dos primeros años de iniciada esta acción institucional se realizó la difusión en redes sociales, mediante el área de Comunicación de la SEDECO, y con el apoyo de algunas empresas.

Cabe mencionar que las alcaldías no participaron en la difusión del programa, debido a que consideraban que la capacitación debería ser totalmente gratis⁷².

El 24 de mayo de 2021 se publicó formalmente la primera convocatoria en la GOCDMX (SEDECO, 2021c) la cual se regía con los Lineamientos para la Operación publicados en 16 de abril de ese año (SEDECO, 2021b). En dicha convocatoria se señaló el presupuesto máximo para apoyar el proceso de capacitación; y ese mismo año se presentó la segunda convocatoria con un presupuesto menor (véase la Tabla VI.1.2).

Según el *Cuarto Informe de Gobierno de la Ciudad de México* “de 2019 a 2021 se otorgaron 763 apoyos a personas interesadas en realizar procesos de formación como instaladores solares en los Estándares de Competencias Laborales y 391 personas obtuvieron su certificado como instaladores de sistemas fotovoltaicos, instaladores de calentamiento solar de agua, supervisores o asesores técnicos-comerciales” (Gobierno de la Ciudad de México, 2022, p. 295). Cabe señalar que este número no coincide con el dato de 710 que proporcionó el personal de la DGDySE que se muestra en la siguiente tabla. Esta aparente incongruencia se debe, según esa Dirección General, a que los 763 apoyos que se mencionan en el *Cuarto Informe* incluyen a las personas que también tomaron cursos de ventas o dimensionamiento, los cuales no son certificados por el CONOCER, y la DGDySE sólo contabiliza a 710 que se capacitaron en los estándares de competencia EC 586.01, EC 325, EC 473, EC 1180 y EC 1181.

Tabla VI.1.2 Número de hombres y mujeres que recibieron capacitación en el periodo 2019-2021 y tipo de curso recibido.

Año	Hombres	Mujeres	Total	Cursos	Presupuesto programado
2019	276	44	320	EC0586.01 Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencias, comercios e industrias. EC0325 Instalación de sistema de calentamiento solar de agua termosifónico en vivienda sustentable.	Hasta \$2,678,344.00
2020	41	6	41	EC0586.01 Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencias, comercios e industrias.	Hasta \$1,500,000.00
2021	275	74	349	1. Introducción a las ventas. 2. Dimensionamiento y viabilidad de un sistema solar de calentamiento de agua doméstica. 3. Dimensionamiento, viabilidad y tarifas de un proyecto fotovoltaico. 4. EC0325 Instalación de sistema de calentamiento solar de agua termosifónico en vivienda sustentable. 5. EC0473 Instalación de sistema de calentamiento solar de agua de circulación forzada con termotanque. 6. EC0586.01 Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencias, comercios e industrias. 7. EC1180 Asesoría técnica- comercial en proyectos de generación distribuida fotovoltaica.	Primera convocatoria: hasta \$500,000.00 Segunda convocatoria: Hasta \$300,000.00

⁷² Esta información la proporcionó la SEDECO en la entrevista al personal responsable de esta actividad.

Año	Hombres	Mujeres	Total	Cursos	Presupuesto programado
				8. EC1181 Supervisión de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria	
TOTAL			710		

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada en la entrevista a personal de la DGcySE y de las GOCDMX.

A partir del año 2022 esta Actividad Institucional no obtuvo presupuesto del gobierno de la Ciudad, por lo que el programa funciona actualmente en la modalidad de colaboraciones con empresas especializadas, con precios preferenciales para personas registradas con la SEDECO. Los cursos están enfocados en la energía y la sustentabilidad, sin certificación oficial, pero se ofrece una constancia de participación. Estos cursos son impartidos por la CONUEE, ALVEO, SCHNEIDER y la propia SEDECO, e incluyen, además, temas como transporte sustentable por ser importante para la transición energética. A finales del 2022 se realizaron un par de convenios con las empresas DCIPSSA Y SOLARVATIO para capacitar con certificados del CONOCER a las personas interesadas en los estándares que se venían manejando en años anteriores. Bajo esta nueva modalidad ya no se ofrecieron los cursos anteriores, salvo el de EC0586.01 y un curso introductorio denominado Ciudad Solar (paneles fotovoltaicos y calentadores solares de agua).

Según la SEDECO, el hecho de no contar con recursos para continuar con este programa de capacitación hizo que no se lograra la meta de 1,000 personas capacitadas. De no haber sido así, habrían rebasado este número porque la demanda era amplia, y por ello dicha dependencia considera que los resultados son medianamente satisfactorios.

El informe de la Auditoría ASCM/164/21, F034 “Fortalecimiento de competencias en energía solar”, indica que “se tomó en cuenta que durante el 2021 seguían las restricciones sanitarias y económicas impuestas por la pandemia provocada por el virus SARs CoV2 (COVID 19) por lo que se asumió que la meta no llegaría más allá del 80% de la conseguida en 2019” (ASCM, 2022).

De acuerdo con la información proporcionada en las entrevistas al personal de la SEDECO y conforme a los lineamientos de operación, el programa de capacitación se difundió en páginas oficiales y redes sociales, la cual tuvo una respuesta muy favorable “incluso mayor a la esperada”. Asimismo, la Auditoría ASCM/164/21, comprobó el cumplimiento del numeral 14 “Difusión” de los Lineamientos de Operación, vigentes en 2021.

Las personas beneficiadas con la capacitación y certificación para realizar actividades relativas a la instalación de sistemas fotovoltaicos, de calentamiento solar de agua y de eficiencia energética, tuvieron que cubrir una serie de requisitos señalados en los Lineamientos de Operación y en las convocatorias.

Uno de los requisitos señalados para participar en la Acción Institucional para el Fortalecimiento de Competencias en Energía Solar que es importante destacar en esta evaluación, se refiere a las características de la población objetivo. En la Gaceta Oficial de los años 2019, 2020 y 2021 y la primera convocatoria se señalaba que deberían ser personas mayores de 16 años. En la segunda Convocatoria del 2022, este requisito cambió y se estableció que debían ser mayores de 18 años. Según la DGDySE el replanteamiento de la edad se basó en el hecho de que, conforme a las atribuciones de la SEDECO, la

capacitación estaba dirigida a impulsar el emprendimiento de negocios y/o a sumarse a alguna actividad económica, lo que corresponde a personas adultas, mayores de edad.

Los requisitos para recibir los beneficios de la capacitación con el apoyo de la SEDECO, según los lineamientos de operación del 2019 son los siguientes:

1. Solicitud con firma autógrafa, debidamente requisitada.
2. Identificación oficial vigente con fotografía (Credencial de elector, pasaporte, cédula profesional o cartilla del Servicio Militar Nacional vigente).
3. Comprobante de domicilio o de residencia en la Ciudad de México no mayor a tres meses.
4. Acta de nacimiento.
5. Clave Única de Registro de Población (CURP).
6. Los requisitos específicos para cada curso, instrumento de profesionalización o proceso de certificación que se den a conocer en las convocatorias que para tal efecto se publiquen, relativos a antecedentes académicos, conocimientos o experiencia laboral que se prevean para cada curso, instrumento de profesionalización o proceso de certificación.
7. Llenar el formulario de inscripción que solicite la institución capacitadora-
8. Aprobar la evaluación o prueba de diagnóstico de conocimientos mínimos requeridos para cada curso, instrumento de profesionalización o proceso de certificación, en su caso.
9. En caso de ser persona extranjera presentar el documento que acredite su legal estancia en el país.

El esquema de participación indicaba que la SEDECO apoyaría con un porcentaje del costo total de la capacitación o proceso de certificación dependiendo del curso, instrumento de profesionalización o proceso de certificación y del proveedor de servicios con quien se firmaría el convenio o contrato. El resto del pago por la capacitación y certificación, lo cubriría la persona solicitante, aclarando en la Convocatoria de 2021 que la SEDECO no se haría responsable por depósitos o pagos ante cualquier institución con la que se tuviera un convenio, que se realizaran sin existir aprobación de apoyo por parte del Consejo de Evaluación y Seguimiento de Planes, Programas y Proyectos (CESP) de la SEDECO.

Las convocatorias publicaban los cursos ofertados, su duración y modalidad, así como la documentación necesaria y la aplicación de una prueba diagnóstica, que se refiere a un examen de conocimientos y/o aptitudes, presencial o en línea, que la SEDECO instrumenta para determinar el cumplimiento de los requisitos de escolaridad, conocimientos o experiencia necesarios para cada curso, instrumento de profesionalización o proceso de certificación que se ofrecía, dando preferencia a las solicitantes mujeres en el caso de que obtuvieran la misma calificación. Asimismo, en los lineamientos de ese año se indicó que para el criterio de selección se tomaría como criterio de priorización en la asignación de apoyos la pérdida de empleo derivado de la pandemia por COVID-19, dando preferencia a las solicitantes mujeres.

Para llevar a cabo la capacitación, la SEDECO celebró convenios con instituciones educativas y con empresas capacitadoras para impartir los cursos, instrumentos de profesionalización o procesos de certificación. Los lineamientos de operación no establecen el procedimiento para convocar o invitar a los proveedores del servicio. No obstante, en la página oficial de *Ciudad Solar* se encuentran dos empresas con las que se menciona que se realizaría la colaboración para la capacitación, las cuales son SOLARVATIO S.A. de C.V y Distribución y Certificación en Iluminación y Paneles Solares (DCIPSSA). Cabe mencionar que la DGDySE señaló en las entrevistas que si bien existen otras empresas proveedoras que

dan cursos de capacitación en los temas de interés de *Ciudad Solar*, no todas cumplen con los estándares de competencia CONOCER.

No obstante, de acuerdo con la información que proporcionó la SEDECO para esta evaluación, quienes realizaron la capacitación fueron el ICAT, FIDE y DCIPSSA. La empresa SOLARVATIO inició la capacitación en la fase donde ya no existían los apoyos del gobierno de la CDMX que cubrían un porcentaje de los costos de la capacitación; mientras que DCIPSSA continuó ofreciendo cursos con esta nueva modalidad.

Resultados del trabajo de campo

Como se mencionó anteriormente, para la evaluación de este Eje se realizó una entrevista a profundidad con personal de la DGDySE responsable de la capacitación y con las tres instituciones capacitadoras. También se aplicó una encuesta en línea a las personas que tomaron los cursos. A continuación, se mencionan los resultados de las entrevistas y de las encuestas obtenidas.

- **Resultados de las entrevistas a instituciones capacitadas**

Para conocer la opinión de las empresas capacitadoras se realizaron entrevistas con DCIPSSA, la el ICAT, y SOLARVATIO S.A. de C.V. En la siguiente tabla se resumen las respuestas obtenidas:

Tabla VI.1.3 Resultados de las entrevistas con empresas e instituciones capacitadoras.

Tema	Respuestas
Participación, demanda y difusión	<ul style="list-style-type: none"> • La participación de las empresas en el programa de capacitación fue por iniciativa propia y no por invitación de SEDECO. Mencionaron que desconocían previamente el Programa <i>Ciudad Solar</i>. • Los requisitos y reglas de elegibilidad de las personas capacitadas fueron adecuados. • La respuesta a la convocatoria fue la esperada e incluso algunas empresas dedicadas a la instalación de equipos solares inscribieron a su personal para capacitarse. • El ICAT buscó alianzas con dependencias de gobierno y por ello entró en contacto con SEDECO, con quien hicieron muy buena sinergia.
Coordinación con la SEDECO	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez que se formalizó la colaboración con la SEDECO, la coordinación y comunicación fue adecuada. ICAT colaboró con la DGDySE en la elaboración de los contenidos de algunos de los cursos. • Las instituciones apoyaron en la difusión de la convocatoria mediante sus redes sociales y canalizando a la SEDECO a las personas que se acercaban con ellos con el interés de tomar los cursos de energías limpias.
Alcances y retos	<ul style="list-style-type: none"> • Respecto de los problemas enfrentados en la capacitación, las empresas dijeron que no tuvieron problemas. Sin embargo, el ICAT señaló que tuvieron que adquirir equipos que fueron caros para poder dar los cursos. • Uno de los impactos positivos de esta iniciativa fue el hecho de que la demanda de capacitación en competencias en energía solar creció a consecuencia del Programa <i>Ciudad Solar</i>. Según DCIPSSA ahora es 80% mayor. • ICAT señaló que sin este tipo de programas difícilmente se puede cubrir la brecha que existe actualmente de los alumnos que estudian carreras técnicas, e incluso carreras universitarias relacionadas con las energías renovables, debido a que no les enseñan a instalar los equipos. • Según SOLARVATIO, cada vez más se solicita en las licitaciones que los instaladores tengan la certificación en estándares de competencia.

Tema	Respuestas
Evaluación y sostenibilidad del Programa	<ul style="list-style-type: none"> • A raíz de la capacitación se han creado empresas de tecnología solar, aunque no se conoce la cantidad con exactitud. La capacitación permitirá generar empleos suficientes en el sector de energías renovables. • Todas las personas entrevistadas dijeron que el uso de energía solar ayudará a la transición energética en la CDMX, en el país y a nivel internacional, y que la capacitación ofrece elementos para sensibilizar a los participantes sobre el cambio climático y la aportación de las energías renovables a la mitigación de emisiones y a la transición energética. • ICAT señaló que, aunque ya no exista el apoyo de la SEDECO para las personas que quieren capacitarse, ese instituto sigue ofreciendo los cursos de <i>Ciudad Solar</i>, los cuales no impartían antes de tener la colaboración con SEDECO.
Opiniones y Recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Tanto para las empresas como para el ICAT los resultados fueron altamente satisfactorios. • Se considera que esta iniciativa mejora la rentabilidad y competitividad de las empresas dedicadas al uso de energías solares, ya que los procesos están apegados a una estandarización de los trabajos, lo cual aumenta la calidad del servicio. • Sobre la continuidad de esta iniciativa, todas las personas entrevistadas dijeron que la capacitación de instaladores sigue siendo pertinente, pero se requiere otorgar apoyos dado que hay quienes tienen interés en los cursos, pero no cuentan con recursos para pagarlos. También señalaron que se necesita una actualización constante en materia de equipos y herramientas ya que la tecnología va cambiando constantemente, y que en poco tiempo la certificación será un requisito.

Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las entrevistas.

• **Resultados de la encuesta aplicada a personas capacitadas**

Con el apoyo de la DGDySE que envió una invitación a todas las personas que recibieron capacitación entre 2019 y 2022, se realizó una encuesta en línea, en la plataforma Google Forms. De las 122 personas que respondieron la encuesta, 88.5% son hombres y 11.5% mujeres; 7 se consideran indígenas; la edad promedio de las mujeres es de 32 años y la de los hombres de 43 años; el 65.6% cuenta con licenciatura o con carrera técnica y un 13.9% adicional con algún posgrado; el 10% buscaba trabajo en el momento de la consulta. El 86% ha recibido capacitación en asuntos relacionados con la energía solar.

Se obtuvieron respuestas de todas las alcaldías de la CDMX, pero la representación mayoritaria fue de Iztapalapa (22.6%, Tlalpan (12.3%), Coyoacán (11.3%) y Álvaro Obregón (10.4%). En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos.

Tabla VI.1.4 Resultados de las encuestas aplicadas a las personas capacitadas.

Tema	Respuestas
Convocatoria y cumplimiento de los requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • El 48% de las personas encuestadas señalaron que se enteraron de la convocatoria por redes sociales y el 10.7% por internet. • El 57.4% evaluó como satisfactorio el acceso a la convocatoria para participar en los cursos. • El 59% consideró satisfactorios los requisitos para acceder a la capacitación. • Sólo cuatro personas opinaron que los costos de la capacitación no fueron accesibles. • 93% señaló que fueron adecuados los mecanismos que empleó la SEDECO para dar respuesta a la solicitud de capacitación. • El 94% señaló que no tuvo problemas para realizar la prueba diagnóstica.
Contenidos del Programa	<ul style="list-style-type: none"> • Las opiniones variaron en función de cada uno de los cursos, pero en promedio los contenidos fueron considerados satisfactorios.

Tema	Respuestas
Aplicación de los conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> 94.3% consideró que la capacitación ha sido útil para adquirir competencias en el uso de energía solar y el 83% ha logrado aplicar los conocimientos obtenidos.
Resultados de la capacitación (ingresos, empleo)	<ul style="list-style-type: none"> El 67% señaló que antes de la capacitación no realizaba una actividad remunerada relacionada con la venta, instalación o mantenimiento de sistemas fotovoltaicos o calentadores solares. De este grupo, 54% pudo hacerlo después de la capacitación. Las personas que aplicaron los conocimientos del curso lo hicieron principalmente en negocios propios, en las empresas donde trabajan y en sus actividades académicas. Quienes no lograron aplicar los conocimientos obtenidos en los cursos señalaron que fue por la falta de oportunidades laborales en los temas de la capacitación; no contaban con recursos para instalar un negocio y/o comprar equipos; o decidieron optar por otro tipo de actividades no ligadas a los temas de los cursos. De las personas que se dedicaban a la instalación o mantenimiento de equipos solares antes de tomar los cursos, 35% mencionó haber mejorado mucho su ingreso después de la capacitación y el 65% restante dijo no haber mejorado nada o poco. Esto principalmente porque tienen un sueldo fijo que no aumentó; por la pandemia del COVID 19; porque existe baja demanda de estos sistemas; porque es complicado conseguir proyectos; debido a que las empresas no están interesadas en las certificaciones, entre otros. El 80% considera que es de utilidad contar con un certificado de obtención de competencias para conseguir un empleo o crear una empresa relacionados con energías renovables.
Opiniones y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> El 97% piensa que la Ciudad de México tiene potencial para el mercado de las fuentes renovables de energía; y la mayoría opina que las energías renovables aportan a la mitigación de emisiones de GEI en la Ciudad de México. Sobre las acciones que personalmente realizan para la reducción de emisiones destacan el reciclaje, uso y difusión de energías alternativas; cuidado del medio ambiente; consumo responsable, uso de bicicleta y transporte público, y ahorro de agua, entre otros. La mayoría considera que esta iniciativa del Gobierno de la CDMX es muy positiva, pero que debe ser promovida de mejor manera (se queda corta). Algunas recomendaciones para mejorar esta iniciativa son: <ul style="list-style-type: none"> Mayor acercamiento a las empresas. Seguimiento de los proyectos. Mayor difusión de los programas de capacitación y sus resultados. Que siga la capacitación en coordinación con el ICAT. Que sigan dando becas. Crear una bolsa de trabajo. Tener personal directamente enfocado a atender y dar seguimiento puntual a los candidatos. Los evaluadores deben ser los mismos que imparten el curso. Más tiempo para la parte práctica. Más lugares de capacitación y accesibles para llegar. Que se hable más a fondo sobre el aspecto ecológico de las energías renovables. Mejores capacitadores con conocimiento en energías renovables. Más prácticas en baja, media y alta tensión eléctrica. Enfocarse más a la interconexión y no solo en el sembrado de módulos. Que se apoye a estudiantes de último semestre de las carreras. Apoyar a los minoristas.

Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de la encuesta aplicada en línea.

Hallazgos del Eje 1. Capacitación

La Acción Institucional para el Fortalecimiento de Competencias en Energía Solar es pertinente y muy relevante dado que, por un lado, la expansión del sector de energías renovables ha generado un aumento en la demanda de personal capacitado para realizar labores en suministro, diseño, instalación, investigación y desarrollo de soluciones para el mercado de energía solar; y por otro,

debido a que la oferta de personal capacitado y certificado en el uso de tecnologías limpias es aún insuficiente para cubrir dicha demanda. También es claro que la CDMX debe aportar a la mitigación de emisiones de GEI, generar estrategias para enfrentar el cambio climático y a la vez, generar empleos formales y aumentar los ingresos de las personas.

Las opiniones brindadas, tanto por las personas capacitadas como por las empresas e instituciones capacitadoras, señalan que esta iniciativa gubernamental es importante y oportuna, y tiene el potencial para ofrecer oportunidades de creación de empleos verdes y de empresas dedicadas a sistemas sustentables de abastecimiento de energía solar.

Se menciona que la pandemia por COVID-19 generó restricciones económicas que impidieron alcanzar la meta establecida de personas capacitadas y certificadas. En los dos últimos años ya no se otorgaron apoyos debido a cambios en las prioridades del gobierno de la Ciudad que hicieron que los recursos económicos previstos se asignaran a otras actividades. Aunado a ello, no existen suficientes recursos humanos en la DGDySE para atender y dar seguimiento a los resultados de las capacitaciones.

La reducción del número de personas beneficiadas se observa claramente en el año 2020, y también la asignación prevista de recursos fue disminuyendo año con año. No obstante, quienes recibieron el apoyo se muestran satisfechos con los resultados y esto debe de ser un indicador para continuar con esta Acción Institucional y ofrecer alternativas para aquellas personas que lograron fortalecer sus capacidades en el manejo y uso de tecnologías renovables.

Por otro lado, se observa que es necesario mejorar los procedimientos de promoción, gestión y coordinación, ya que no hubo colaboración de otras dependencias, incluso de la propia SEDEMA, que tiene a su cargo el *Programa Ambiental y de Cambio Climático 2019-2024*, ni de las alcaldías, que son parte de la administración pública de la Ciudad de México.

La *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050* y el *Programa de Acción Climática 2021-2030*, instrumentos que dirigen la política en materia de cambio climático del gobierno de la Ciudad de México, consideran diversas directrices para incorporar la perspectiva de género en la acción climática. Entre estas se encuentra el “integrar a las mujeres a las acciones de mitigación no sólo como consumidoras, sino como gestoras de proyectos de energía solar, biogás, agua, captura de carbono, gestión de riesgos, restauración y conservación ambiental” (SEDEMA s/f.a). Sin embargo, la participación de las mujeres en esta actividad no fue significativa y, por lo tanto, este grupo de población no se benefició de manera importante.

Evaluación del impacto del Eje 1. Capacitación

La evaluación del Eje 1 Capacitación que se presenta a continuación se llevó a cabo conforme a los criterios determinados en la metodología para medir el impacto de las actividades realizadas, y con ello conocer los cambios provocados en los beneficiarios o destinatarios y los efectos positivos o negativos, deseados o no deseados, directos e indirectos que se produjeron con las acciones realizadas.

- **Relevancia/ Pertinencia**

El sector energético en México está experimentando cambios importantes en el marco regulatorio, el desarrollo empresarial, los procesos productivos y el mercado laboral. Con el impulso a las energías

renovables y las medidas que se implementan para incrementar la eficiencia energética, se esperan cambios tanto cualitativos como cuantitativos en la fuerza de trabajo en el corto y mediano plazo para satisfacer la demanda del mercado de las energías limpias.

La Ciudad de México, como otros lugares del país, requiere consolidar el mercado para la generación de energía a partir de fuentes solares, lo cual obliga a aumentar las capacidades técnicas del sector energético basado en tecnologías innovadoras y amigables con el medio ambiente. La capacitación de recursos humanos en la industria solar puede mejorar las condiciones de contratación de las personas y con ello su nivel salarial, fortalecer la competitividad de las empresas que participan en este mercado, y dar mayor certeza a quienes contratan la instalación de estos sistemas para sus viviendas o negocios⁷³.

El estudio *Prospectiva de talento del sector energía*, elaborado por la SENER, señala que “en el corto plazo, la industria de sustentabilidad energética mexicana se espera tenga un crecimiento de hasta un 79% en la producción, con una demanda de 16,230 trabajadores a lo largo de las ocupaciones clave. Estos trabajadores requerirán diversas habilidades, incluyendo un enfoque en ingeniería y ciencias de la tierra como disciplinas primarias” (SENER, 2016). Sin embargo, la oferta de talento calificado no está aumentando lo suficientemente rápido como para satisfacer la creciente demanda del sector energético en el país. “Al ritmo que crecen las energías renovables en América Latina y Caribe y teniendo en cuenta los ambiciosos objetivos prometidos en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), la necesidad de mano de obra calificada se presenta como uno de los grandes retos del sector en el corto plazo” (WWF s/f). El reto, además, implica también que los recursos humanos se mantengan actualizados, ya que la tecnología está en proceso de cambio continuo. Es por ello que el desarrollo de capital humano es un elemento esencial para una transición energética exitosa.

En este contexto, el eje de capacitación de la estrategia *Ciudad Solar* es totalmente pertinente y relevante, ya que se propone “fortalecer las competencias técnicas en energía renovable en la Ciudad de México, particularmente en el área de energía solar, como medio de potenciar el desarrollo de dicho sector económico, haciendo más accesibles los instrumentos de capacitación y certificación a la población que cuente con los antecedentes de conocimientos y experiencia necesarios para su buen aprovechamiento y evitar que el costo de dichos procesos sea una barrera de entrada” (SEDECO, 2021a, p. 9).

- **Coherencia**

El artículo 16 de la Constitución Política de la Ciudad de México señala que la Ciudad establecerá las medidas necesarias para la transición energética, y para ello se han elaborado planes, programas y estrategias en concurrencia con los sectores social y privado para el desarrollo, inversión y operación de infraestructura de abasto de energía, entre otras medidas.

La SEDECO, conforme a las atribuciones que le otorga el artículo 30, fracciones I, VI, IX y XXIII de la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y de la Administración Pública de la CDMX, debe promover el crecimiento económico, equilibrado, sustentable y sostenido y la generación de empleos formales, y tiene la

⁷³ Según el Director General y Gerente de Servicio en la firma de inversores solares Ginlong Solis, uno de cada cinco sistemas solares FV en México puede presentar problemas y ser deficiente por haber sido mal instalado por técnicos que no están capacitados, o porque los equipos no cumplen con las normas. Consultado en:

<https://thelogisticsworld.com/actualidad-logistica/instalaciones-solares-en-mexico-una-de-cada-cinco-presenta-deficiencias-por-mala-instalacion-o-equipos-no-certificados/>

responsabilidad de la acción institucional para el fortalecimiento de competencias en energía solar en la CDMX. Ello incluye el impulso a la creación de empleos verdes y fomentar la transición de los empleos existentes, por medio del fortalecimiento de capacidades y la mejora de herramientas de empleabilidad, en conjunto con el sector empresarial y organizaciones de personas trabajadoras (SEDECO, 2021a).

Si bien dicha Secretaría es la responsable de todo el proceso de gestión y operación de esta iniciativa institucional, se observa que fue mínima la colaboración de otras dependencias del gobierno de la Ciudad porque no se diseñó un mecanismo de comunicación y coordinación adecuado. Únicamente el ICAT, organismo sectorizado a la Secretaría de Trabajo y Fomento al Empleo, participó en la capacitación mediante la elaboración de los contenidos de algunos de los cursos de manera conjunta con la DGDySE.

Las alcaldías no mostraron interés en participar a pesar de que con los Presupuestos Participativos pueden apoyar proyectos que promueven el uso de energías limpias. Asimismo, es notable la falta de colaboración con la SEDEMA en *Ciudad Solar*, a pesar de que su Dirección General de Calidad del Aire tiene la responsabilidad de “evaluar y promover la aplicación de tecnologías tendientes a reducir las emisiones de las fuentes generadoras de contaminación atmosférica”, y la Dirección de Cambio Climático y Proyectos Sustentables de “promover el uso de fuentes de energías alternas, sistemas y equipos para prevenir o minimizar las emisiones contaminantes y de compuestos y gases de efecto invernadero, así como difundir los beneficios ambientales, económicos y sociales que conllevan” (SEDEMA, s/f.b).

- **Eficacia/Efectividad**

El cumplimiento de objetivos y metas de este Eje se puede analizar desde diferentes aristas. Desde la perspectiva de lograr fortalecer la calidad de las actividades relativas a la instalación de sistemas basados en la energía solar, se puede afirmar que fue eficaz, ya que los contenidos de los diferentes cursos están alineados a las necesidades y principales actividades que se realizan en materia de uso de estos sistemas en la Ciudad de México.

En cuanto a la operación, el número de personas capacitadas en estos sistemas no alcanzó la meta programada de 1,000, debido a problemas presupuestales que generó la pandemia por COVID 19. Los apoyos económicos para los cursos fueron disminuyendo y, en 2023, se ofrecen algunos cursos, pero ya sin financiamiento de la SEDECO. No obstante, quienes recibieron el apoyo se muestran satisfechos con los resultados, pues lograron fortalecer sus capacidades en el manejo y uso de tecnologías renovables.

Por lo anterior, se concluye que a la fecha se han cumplido parcialmente los resultados de esta acción institucional ya que no se han alcanzado en su totalidad los objetivos y metas que se fijaron al inicio de la instrumentación del *Programa* y, dado el recorte presupuestario, no se ve factible alcanzar las cifras comprometidas en lo que resta de esta administración de la CDMX que concluye en 2024.

- **Eficiencia**

El principal problema de esta iniciativa fue la falta de recursos económicos que se reflejó en un menor número de personas beneficiadas de las que se previeron inicialmente. En 2019 se habían programado hasta \$2,678,344 para apoyar la capacitación, en 2021 el presupuesto se redujo hasta \$300,000, y para 2023 ya no hay recursos destinados a esta actividad.

Por otra parte, en el proceso de evaluación se constató que no existen suficientes recursos humanos en la DGDySE para dar una mayor difusión a esta actividad institucional y para dar seguimiento a quienes recibieron la capacitación y constatar el impacto que haya tenido la capacitación en la creación de empleos verdes y/o en el mejoramiento de sus condiciones de vida. Esa Dirección General cuenta únicamente con una persona para coordinar y dar seguimiento a esta actividad y con otra persona que se encarga de la comunicación.

Sin embargo, es importante mencionar que, según datos del CONOCER citados en el Diagnóstico del Pp F034, a nivel nacional sólo existen 1,295 personas certificadas en los estándares “Instalación de sistema de calentamiento solar de agua termosifónico en vivienda sustentable”, “Instalación del sistema de calentamiento solar de agua de circulación forzada con termotanque” e “Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria” y, según la ANES, “menos del 22% del personal nacional que trabaja en el sector recibió educación formal en suministro, diseño, instalación, investigación y desarrollo de soluciones para el sector solar en generación distribuida” (SEDECO, s/f.c). En este contexto, la capacitación de 710 personas que ha logrado apoyar la SEDECO es muy relevante. Por esta razón, se considera que esta actividad ha sido eficiente, considerando los pocos recursos con los que se ha contado.

- **Utilidad**

Los actores que participaron en esta iniciativa consideran en general que es positiva y de gran utilidad, ya que tiene el potencial para ofrecer oportunidades de creación de empleo verdes y de empresas dedicadas a sistemas sustentables de abastecimiento de energía solar, además de contribuir a reducir las emisiones de GEI y a combatir el cambio climático. La mayoría de las personas se muestran satisfechas con los beneficios obtenidos, pues han mejorado sus habilidades técnicas para tener mayores y mejores oportunidades laborales dentro del mercado de la energía solar. Por ejemplo, quienes cuentan con los certificados de competencias en los estándares de CONOCER, pueden realizar esta actividad en otros países de América Latina, principalmente de Centro América.

- **Sostenibilidad**

El desarrollo de competencias en energía solar en la Ciudad de México tiene una gran posibilidad de continuar brindando beneficios, ya que es una actividad que forma parte de la *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050* que tiene una visión de largo plazo. Este documento señala que la transición energética en los hogares y edificios tiene el potencial de impulsar la fabricación de tecnologías más eficientes, el fortalecimiento de capacidades y la creación de empleos verdes. Además, la tendencia internacional indica que la demanda por personal calificado para la instalación de sistemas de CSA y FV continuará creciendo, dado que este tipo de tecnologías muestran una cada vez mayor incorporación en el mercado de las energías renovables, lo cual también se está manifestando

en nuestro país. Según los representantes de las empresas e instituciones entrevistadas, cada vez es más frecuente que en las licitaciones para la instalación de estas tecnologías se solicite que los instaladores cumplan con los estándares de competencia del CONOCER.

Por otra parte, una de las personas entrevistadas de las empresas capacitadoras señaló que un impacto importante de esta iniciativa fue el hecho de que la demanda de capacitación en competencias en energía solar creció como consecuencia del Programa *Ciudad Solar*. Asimismo, las personas capacitadas señalaron que existe el interés por continuar capacitándose porque los equipos sufren actualizaciones constantes, pero que se debe continuar con los apoyos económicos para incrementar el nivel de conocimiento y capacitación y para difundir el uso de las tecnologías.

- **Equidad e igualdad de género**

Generalmente las políticas energéticas son consideradas neutrales al género, pues no se reconoce que las acciones que se promueven y realizan en este sector tengan efectos diferenciados sobre hombres y mujeres, debido a los roles de género y las opciones técnicas y económicas que subyacen en ellos.

Los lineamientos para la *Operación de la Acción Institucional para el Fortalecimiento de Competencias en Energía Solar* carecen de perspectiva de género. Por ello, cuando se muestran datos que señalan, por ejemplo, que en 2019 había menos de 700 personas certificadas, y no se indica cuántos eran hombres y cuántas mujeres, resulta imposible diseñar una convocatoria orientada a fortalecer las competencias técnicas con equidad de género.

En los criterios de selección de la población se menciona que se dará preferencia a las solicitantes mujeres en los casos de pérdida de empleo derivado de la pandemia por COVID 19, pero si no existe una estrategia que asegure un número equivalente de mujeres y hombres en el proceso de selección, estos ejercicios de “priorización” no evitarán que existan sesgos de género.

No obstante lo anterior, es importante mencionar que el ICAT informó que, a raíz de la capacitación que ofrecen en estas materias, en coordinación con la Secretaría de las Mujeres de la CDMX, ha impulsado una estrategia de igualdad e inclusión de mujeres en el sector energía para que, mediante el otorgamiento de becas del 100%, ellas puedan también dedicarse a actividades relacionadas con las energías limpias. Están conscientes de que la diferencia que existe en los salarios de hombres y mujeres se debe a que las actividades informales a las que éstas se dedican –de limpieza, cuidados, alimentación–, tienen un valor menor a las que realizan los hombres, tales como plomería, electricidad, entre otras. Su incorporación al mercado formal de instalación, supervisión y mantenimiento de equipos de CSA y FV es viable, y ello les generará mayores oportunidades de trabajo y de desarrollo personal.

En este contexto, se puede concluir que, si bien este grupo de población no se benefició de manera importante porque fueron pocas las mujeres que participaron, según la DGDySE se logró aumentar la presencia femenina de 13.7% a 41% durante el periodo 2019 a 2022, y quienes se capacitaron pudieron realizar actividades remuneradas por la venta, instalación o mantenimiento de los sistemas solares. Además, la iniciativa de ICAT puede considerarse también como un impacto positivo no previsto con relación a la equidad de género.

- **Impactos económicos, sociales y ambientales**

Desde el punto de vista de quienes recibieron la capacitación, *Ciudad Solar* tuvo impactos positivos, tanto en el ámbito privado, como en el laboral. Por un lado, se alinearon las necesidades de capacitación de las personas que laboran en el sector de las energías limpias con las actividades que promueve el gobierno de la Ciudad. En general, las personas capacitadas consideraron que los contenidos de los cursos fueron satisfactorios y les son útiles para adquirir o mejorar sus competencias en relación a la venta, instalación, supervisión y mantenimiento de sistemas de energía solar. Además, se pudo constatar que la certificación que obtuvieron quienes finalizaron la capacitación les generó seguridad, pues consideran que ello les abrirá oportunidades para obtener un empleo o para crear una empresa en el sector de las energías renovables en el futuro.

Por otro lado, esta iniciativa ayudó a sensibilizar a las personas capacitadas con los problemas ambientales y climáticos que se presentan en nuestro país y en el mundo. Las entrevistas mostraron que la mayoría de quienes contestaron tiene interés por contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y por aportar al mejoramiento del medio ambiente de la Ciudad mediante el uso de sistemas de que utilizan energías limpias, y hay quienes se plantean realizar proyectos a futuro relacionados con las energías solares.

En el ámbito laboral, de las 122 personas que contestaron la encuesta, 67% no realizaba actividades remuneradas relacionadas con la venta, instalación o mantenimiento de SFV o de CSA antes de recibir la capacitación, y como resultado de la acción institucional, más de la mitad (54%) dijo que tomar los cursos le permitió obtener un ingreso dando capacitación y/o asesoría, instalando sistemas con familiares, o desarrollando proyectos. Sin embargo, entre quienes ya se dedicaban a la instalación o mantenimiento de equipos solares antes de tomar los cursos, si bien pudieron poner en práctica lo conocimientos adquiridos, sólo 35% mejoró mucho su ingreso, y el 65% restante no observó cambios, principalmente porque trabaja en alguna empresa donde tiene un ingreso fijo.

Otro aspecto a destacar desde la percepción de las personas capacitadas y de quienes forman parte de las instituciones capacitadoras, son los resultados de la iniciativa, que fueron evaluados de manera satisfactoria, aunque la mayoría considera que hay oportunidades de mejora, principalmente en la gestión del Programa, tales como fortalecer la coordinación entre las instancias participantes, realizar una mayor difusión, ampliar el financiamiento, o facilitar el acceso a los lugares donde se imparten los cursos, entre otras.

Independientemente de los impactos positivos registrados por las personas que participaron en esta acción institucional, el objetivo que planteó la SEDECO en los lineamientos de operación era “generar certeza técnica y fortalecimiento del mercado en el sector de las energías renovables en la CDMX, e impulsarlo como generador de empleos verdes, de competitividad y de fomento a las inversiones en sistemas sustentables de abastecimiento energético en las MIPyMES de la Ciudad para promover la transición energética en el ámbito local”. En este caso, si bien la capacitación en sí misma es una actividad que fortalece el mercado de las energías renovables, dado que sólo se logró capacitar a 710 personas, el aporte es escaso. En relación a la creación de empleos verdes, esto no fue evidente al consultar a las personas capacitadas, a las MIPyMES y a las instancias capacitadoras, pero, en todo caso, se podrá observar en el mediano y largo plazo.

VI.2 Eje 2. Energía solar para MIPyMES

Este eje busca atender el problema del bajo crecimiento económico sostenible de las unidades económicas de la Ciudad de México. Según el *Diagnóstico del Programa Presupuestario F034 Fortalecimiento a las competencias en energía solar* que instrumenta la SEDECO como Unidad Responsable del mismo, los ingresos y las utilidades que tienen actualmente las MIPyMES en la Ciudad no son suficientes para lograr su permanencia en el largo plazo (SEDECO s/f.c.)⁷⁴. El consumo de energía eléctrica y de gas son elementos que impactan los costos de producción de dichas empresas, y se considera que, si ello disminuye, podrán mejorar su rentabilidad y aumentará su competitividad.

Por ello, tomando en cuenta el potencial del uso de energía solar que tiene la Ciudad de México, el objetivo de este eje es propiciar la transición hacia la sustentabilidad energética en las MIPyMES, fomentando la instalación de calentadores solares de agua (CSA) en sectores con altos consumos de agua caliente y de sistemas fotovoltaicos (SFV) para generar energía eléctrica en sectores con alto consumo de electricidad. Ello, además de generar beneficios para las empresas al reducir sus costos de producción, constituye un elemento fundamental de la estrategia de transición hacia fuentes renovables de energía y de aumento de la seguridad energética que tendrá impactos ambientales significativos al disminuir las emisiones de GyCEI asociadas al consumo de energía y al mejorar la calidad del aire de la Ciudad.

Los objetivos específicos de la SEDECO, por conducto de la DGDySE, en esta actividad son (SEDECO, 2019c):

1. **Brindar asesoría técnica y económica** a MIPyMES de la CDMX para la instalación de sistemas energéticos que cumplieran con los requisitos y criterios de elegibilidad establecidos.
2. Establecer mecanismos de **control de la calidad** de los sistemas energéticos y de las instalaciones realizadas.
3. **Vincular** a las MIPyMES **con fuentes de financiamiento** para la adquisición e instalación de sistemas energéticos.
4. Desarrollar mecanismos de **promoción de la estrategia**.
5. **Socializar** los beneficios, rentabilidad, y casos de éxito de la sustitución de combustibles fósiles por energía renovable.

Las metas que se plantearon para el periodo 2019-2024 se muestran en la siguiente tabla, en la que se incluyen comentarios de la DGDySE y los avances logrados al 2023, según información proporcionada por dicha área.

⁷⁴ En dicho Diagnóstico se define a las MIPyMES como aquellas empresas que tienen menos de 251 empleados. Según la *Ley para el desarrollo de la competitividad de la micro, pequeña y mediana empresa en el Distrito Federal* (Congreso de la CDMX, 2021), las microempresas son las unidades económicas que para el desarrollo de su actividad cuentan con hasta 5 empleados en el caso de la actividad comercial, hasta con 20 en el caso de servicios y hasta con 30 empleados en el caso de la industria. La pequeña empresa es la unidad económica que cuenta para el desarrollo de su actividad de 6 a 20 empleados en el caso de actividad comercial, de 21 a 50 empleados en el caso de servicios y de 31 a 100 empleados en el caso de la industria; y la mediana empresa es la unidad económica que cuenta con 21 a 100 empleados en el caso de actividad comercial, de 51 a 100 empleados en el caso de servicios y de 101 a 500 empleados en el caso de la industria. No obstante, en los Lineamientos 2019 de la SEDECO, la clasificación se hace en función del monto de sus ventas anuales.

Tabla VI.2.1 Metas 2019-2024 del Eje 2 y avances al 2023.

Meta para el periodo 2019-2024	Comentarios	Avance de la meta al 2023
Contar con 10,000 MIPyMES con sistemas fotovoltaicos menores a 500 kWp (capacidad total: 100 MW) en 2024, considerando los programas del gobierno de la Ciudad ⁷⁵	La meta planteada se refiere a una meta global de crecimiento con la participación de diversos programas de gobierno relacionados con instalaciones en MIPyMES de la CDMX.	Según lo reportado en estadísticas de la CRE, hasta el primer semestre de 2023 se tenían 5,597 contratos de interconexión en el esquema de Generación Distribuida en la CDMX ⁷⁶
Reducir 2,360 ton de CO ₂ e para el año 2024	La meta general se ha superado, ya que se tienen 32,000 ton de CO ₂ reducidas conforme a los datos del renglón que antecede.	Los datos de <i>Ciudad Solar</i> indican que a la fecha se tiene una reducción de 1,117 ton de CO ₂ .
240 molinos de nixtamal con energía solar en 2019, con una mitigación de 10,500 tCO ₂	En 2019 se pensó el Programa <i>Ciudad Solar</i> para molinos de nixtamal, aunque nunca fue exclusivo para este sector.	3 molinos de nixtamal por medio del programa de Energía Solar para MIPyMES, uno en 2021 y dos en 2022.
A partir de 2020, 400 negocios por año con energía solar de comercios como: lavanderías y tintorerías; hoteles, pensiones y casas de huéspedes; salones, clínicas de belleza y peluquerías; cabañas, villas y similares; departamentos y casas amueblados con servicio de hotelería; parques acuáticos y balnearios del sector privado; baños públicos, entre otros.		Entre el 2020 y 2022, por medio de <i>Ciudad Solar</i> se instalaron sistemas de energía solar en 72 MIPyMES.

Fuente: elaboración propia a partir de información contenida en documentos oficiales y de información proporcionada por la DGDySE.

Actividades realizadas

Con fundamento en las directrices de los instrumentos normativos y programáticos de la Ciudad de México que aplican a *Ciudad Solar*⁷⁷, la SEDECO publicó desde 2019 y hasta 2023 cinco acuerdos, con distintos nombres, mediante los cuales se dieron a conocer los lineamientos para apoyar a las MIPyMES: “Lineamientos para la operación de la estrategia de fomento a la transición y la sustentabilidad energética en MIPyMES de la Ciudad de México” en 2019 (SEDECO, 2019c), “Lineamientos para la operación de la acción institucional de fomento a la transición y la sustentabilidad energética en MIPyMES de la Ciudad de México” en 2020 (SEDECO, 2020b), 2021

⁷⁵ Como ya se señaló en el Capítulo 1 de este documento, se desconoce cuáles son los otros programas que contribuyen a esta meta.

⁷⁶ En el Diagnóstico del Pp F034 (SEDECO s/f), se preveía que para el año 2024 se pudiera lograr una capacidad instalada para la CDMX de 100.54 MW mediante 9,273 sistemas interconectados distribuidos.

⁷⁷ Los lineamientos toman como base las directrices de la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* (Art. 25); de la *Constitución Política de la Ciudad de México* (Art. 16 apartados A y F); del *Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024)* (Objetivo 3.5); el *Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024*; el *Programa Ambiental y de Cambio Climático de la Ciudad de México 2019-2024*; la *Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y de la Administración Pública de la Ciudad de México*; la *Ley para el Desarrollo Económico del Distrito Federal*; la *Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa del Distrito Federal* (Art. 2, 10 y 11 fracciones I y IV) y su reglamento (Art. 14). Para información más específica consultar el Capítulo Marco Normativo y Programático de Ciudad Solar de este informe.

(SEDECO, 2021d)⁷⁸ y 2022 (SEDECO, 2022a); y “Programa de energía solar para la Ciudad de México y sus lineamientos de operación” en 2023 (SEDECO, 2023). Estos lineamientos se publicaron en la GOCDMX y se dieron a conocer en la página oficial de *Ciudad Solary* en las redes sociales de la SEDECO, en reuniones presenciales con las áreas de fomento económico de las alcaldías y cámaras empresariales, y en *webinars* durante los años 2020 y 2021 en que las actividades presenciales se redujeron debido la pandemia. También quienes dieron financiamiento, como el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), ayudaron a difundir el Programa *Ciudad Solar*.

Debido a que en 2019 los lineamientos se publicaron hasta octubre –lo que impidió que se dieran apoyos ese año–, y que en 2020 inició la pandemia –lo que también disminuyó la demanda esperada debido al cierre de actividades en sectores con alto consumo de agua caliente y de energía eléctrica como gimnasios, escuelas, clínicas, salones de belleza, restaurantes, hoteles, así como en oficinas de gobierno en las que se tenían que gestionar algunos de los documentos solicitados–, en 2021 se modificaron los lineamientos para incentivar el acceso de más MIPyMES. Se hicieron ajustes a los requisitos y se solicitaron menos documentos para el caso de SFV que era difícil obtener por el cierre de oficinas de gobierno y de la CFE y, en el caso de los sistemas de calentamiento solar de agua, se amplió la oferta de tecnologías para incluir tanto equipos de alta, como de baja presión. También se cambió la forma como se daban los apoyos a la inversión. Inicialmente la persona invertía el 100% y luego se le reembolsaba el 40% y después solo desembolsaban el 60%. En 2022 se incluyó un criterio de priorización: las primeras solicitudes con los requisitos completos serían las primeras atendidas. En 2023 ya no se dieron apoyos económicos y sólo se ofrecen asesorías, que también se abrieron al sector vivienda.

Las actividades económicas con consumo intensivo de agua caliente que fueron identificadas por la SEDECO se muestran en la Tabla VI.2.2, en la que se observa la existencia de más de 24,000 unidades económicas con dichas características. De éstas el 65% son salones, clínicas de belleza y peluquerías, el 24% lavanderías y tintorerías, y el porcentaje restante (11%), otras unidades como sanitarios públicos y hoteles.

Tabla VI.2.2 Actividades y unidades económicas con consumo intensivo de agua caliente, 2018.

Actividad económica	No. de unidades económicas	Porcentaje (%)
Salones, clínicas de belleza y peluquerías	15,866	65.0
Lavanderías y tintorerías	5,727	24.0
Sanitarios públicos y boquerías	1,213	5.0
Hoteles con y sin otros servicios integrados	720	3.0
Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	475	2.0
Otros	283	1.0
TOTAL	24,284	100.0

Fuente: Elaboración propia con base en los lineamientos para MIPyMES (SEDECO, 2019c).

⁷⁸ Ese año se publicó en la GOCDMX 632 del 5 de julio de 2021 una modificación al Acuerdo para hacer más expeditos los trámites de autorizaciones en atención a la emergencia sanitaria que se vivía en ese momento (SEDECO, 2021e).

Con respecto al consumo de electricidad, los sectores que fueron identificados como propicios para la instalación de sistemas fotovoltaicos en la CDMX se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VI.2.3 Sectores o actividades económicas con potencial para la introducción de SFV, 2018.

Sector/ Actividad económica	Costo por consumo de energía eléctrica (Mdp/año)
Industrias manufactureras	93,000
Comercio al por menor	29,000
Industrias metálicas básicas	14,500
Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	12,040
Industria del plástico y el hule	8,755
Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	4,500
Fabricación de otros productos de plástico	3,000
Fabricación de insumos de textiles y acabado de textiles	2,000

Fuente: SEDECO, 2019c.

- **Asesoría técnica**

La asesoría técnica que brindó la DGDySE consistió en realizar, en cada MIPyME interesada en el programa de apoyo, un levantamiento técnico para analizar la factibilidad de la instalación del sistema energético, un análisis de las características y de la demanda de energía en los procesos productivos de la MIPyME, la estimación del tamaño del sistema energético adecuado a sus necesidades, la identificación del tipo de sistema energético conveniente, la estimación de los ahorros en el consumo de combustibles fósiles o de electricidad que podría obtener la empresa por la instalación del sistema energético, la vinculación con proveedores de los sistemas energéticos y la verificación de la instalación. Una vez realizada la visita, la DGDySE elaboró un Reporte Técnico en el que se incluía, entre otros, una estimación de la cantidad de emisiones de CO₂ que se evitarían con la instalación, y solicitó cotizaciones a los proveedores para informar a las MIPyMES acerca de los costos.

Cabe señalar que, para esta actividad, el personal con el que cuenta la DGDySE es muy reducido. Prácticamente todas las visitas técnicas que se realizaron fueron hechas por dos personas (una especialista en SFV y otra en CSA), quienes tuvieron el apoyo de becarios de servicio social y del Programa Jóvenes construyendo el futuro.

- **Asesoría económica y apoyo a la inversión**

En la **parte económica**, la asistencia que brindó la DGDySE consistió en identificar, a partir de los resultados de la asesoría técnica, el modelo financiero o de negocio viable para lograr la intervención necesaria para atender las necesidades de la MIPyME, determinar el monto de apoyo a la inversión al que podrían acceder los solicitantes, e identificar las necesidades de financiamiento adicional para la adquisición e instalación del sistema energético requerido. Adicionalmente, la SEDECO otorgó un *apoyo a la inversión* a quienes adquirieran e instalaran un sistema energético. El porcentaje específico

del apoyo fue determinado por la DGDySE a partir de los resultados de la evaluación realizada en cada caso. En los lineamientos se especificaron los montos de apoyo y los montos máximos a otorgar, mismos que se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla VI.2.4 Montos de apoyo a la inversión otorgados por SEDECO de 2019 a 2023.

Año	Monto de apoyo a la inversión	Montos máximos (en Moneda Nacional)	Presupuesto disponible
2019	Hasta 30% del costo del sistema energético y de su instalación. Para microempresas: 25% de apoyo básico y 30% si la instalación se hace en zonas de desarrollo económico prioritario ⁷⁹ ; para las pequeñas empresas 15% y 20% respectivamente; para las empresas medianas: 5 y 15% respectivamente.	\$150,000.00	\$5,000,000.00
2020	20% del costo del sistema de CSA, incluyendo instalación e IVA; y 6% del costo del sistema FV, incluyendo instalación e IVA.	\$100,000.00 para CSA. \$65,000.00 para SFV.	\$3,500,000.00
2021	40% del costo del sistema de CSA, incluyendo instalación e IVA; y del 20% del costo del SFV, incluyendo instalación e IVA.	\$200,000.00 para CSA. \$180,000.00 para SFV.	\$3,500,000.00
2022	60% de apoyo para SCA para micro empresas que tengan un requerimiento de un sistema de CSA cuyo costo incluyendo instalación e IVA no exceda de \$15,000.00	\$9,000.00	\$3,500,000.00
	40% para CSA sin límite de costo o capacidad del sistema	\$200,000.00	
	20% para SFV sin límite de costo o capacidad del sistema	\$180,000.00	
	20% para SFV interconectados de hasta 2kWp de capacidad cuyo costo no sea superior a \$60,000.00 (no incluye instalación)	\$12,000	
2023	Se contempla brindar 20 asesorías técnicas y económicas a las personas beneficiarias para la instalación de sistemas energéticos. No se contempla ningún tipo de apoyo económico.	No se contó con recursos, por lo que no se dieron apoyos a la inversión	No contó con recursos

Fuente: Elaboración propia con información de los lineamientos publicados por SEDECO en Gacetas Oficiales de la CDMX.

- **Selección de beneficiarios**

Para la selección de los beneficiarios, se publicaron también en la GOCDMX cuatro convocatorias de 2019 a 2022⁸⁰, dirigidas a personas físicas con actividad empresarial o morales, estratificadas como micro, pequeña y mediana empresa, cuya actividad económica se desarrollara en los sectores de servicios, comercio o industria, que contaran con domicilio fiscal y operaran en la Ciudad de México, y que requirieran de una intervención energética en sus instalaciones. Las convocatorias se publicaron en la página oficial de *Ciudad Solar* y se difundieron mediante las redes sociales de la SEDECO.

Se establecieron criterios de elegibilidad para ser beneficiarios de asesoría técnica, de asesoría económica y de apoyos a la inversión que fueron muy sencillos; prácticamente se requirió solo

⁷⁹ Se consideran como Zonas de Desarrollo Económico Prioritario las unidades territoriales de la Ciudad de México señaladas en el Decreto por el que se formula la declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria para el año 2019, publicada en el DOF el 28 de diciembre del 2018.

⁸⁰ Publicadas en las GOCDMX No. 200 del 16 de octubre de 2019 (SEDECO,2019d); No. 320 del 8 de abril de 2020 (SEDECO, 2020c); No. 602 del 24 de mayo de 2021 (SEDECO, 2021c); y 826 del 07 de abril de 2022 (SEDECO, 2022b).

presentar la solicitud y algunos documentos oficiales para demostrar su actividad empresarial, su ubicación en la Ciudad de México, y su cumplimiento con los lineamientos establecidos para estos fines, mismos que se mencionan más adelante en este documento.

Las personas beneficiadas eligieron la oferta de servicios que más les convino de entre las cotizaciones que presentaron los proveedores, vía la DGDySE y, cuando requirieron del apoyo de alguna institución financiadora, se sujetaron a los compromisos financieros y legales derivados del contrato de crédito. Asimismo, firmaron contratos de instalación del sistema energético requerido con el proveedor seleccionado y tuvieron la posibilidad de solicitar y recibir una visita de verificación de la instalación del sistema energético por parte de la DGDySE para asegurar el cumplimiento de los estándares establecidos. En caso de que esa Dirección General hiciera alguna recomendación para la correcta instalación del sistema energético, los proveedores estaban obligados a atenderla.

De acuerdo con información proporcionada por la DGDySE, de 2020 a 2022 esa dependencia dio apoyos a 72 MIPyMES –7 en 2020, 28 en 2021 y 37 en 2022–, ubicadas en catorce de las 16 alcaldías de la Ciudad. Donde más sistemas se instalaron fue en Benito Juárez e Iztapalapa, y en Cuajimalpa y Tláhuac no se colocó ninguno. De las 72 empresas, 54 (75%) están a cargo de hombres y 18 (25%) a cargo de mujeres.

Se instalaron 56 SFV y 16 de CSA (Tabla VI.2.5) en empresas dedicadas a actividades de servicios (35), industriales (21) y comerciales (16) (Tabla VI.2.6).

Tabla VI.2.5 Sistemas instalados en alcaldías de la CDMX 2020-2022.

Alcaldía	No. sistemas instalados	Tipo de sistema instalado	
		CSA	FV
Álvaro Obregón	2	0	2
Azcapotzalco	5	0	5
Benito Juárez	12	2	10
Coyoacán	8	3	5
Cuauhtémoc	5	0	5
Gustavo A Madero	6	2	4
Iztacalco	3	0	3
Iztapalapa	12	2	10
Magdalena Contreras	2	1	1
Miguel Hidalgo	1	0	1
Milpa Alta	3	1	2
Tlalpan	3	2	1
Venustiano Carranza	5	2	3
Xochimilco	5	1	4
TOTAL	72	16	56

Fuente: elaboración propia con información del padrón de beneficiarios proporcionado por la DGDySE, SEDECO.

Tabla VI.2.6 Sistemas instalados en MIPyMES, por sectores.

Sector/actividad	No. MIPyMES apoyadas	Giro
Servicios	35	Gimnasios, hospedaje, consultoría, lavandería, tintorería, estancia infantil, inmobiliaria, veterinaria
Industria	21	Industria alimenticia, manufacturera, de metal, de papel, química, maquila, construcción
Comercio	16	Comercio al mayoreo y al menudeo, renta de equipos y oficinas, venta de alimentos, calzado, cristales, equipos y plásticos
Total	72	

Fuente: elaboración propia con información del padrón de beneficiarios proporcionado por la DGDySE, SEDECO.

- **Vinculación con proveedores de sistemas energéticos**

Para asegurar que los sistemas energéticos se instalaran de manera correcta en las MIPyMES y que se cumplieran los estándares de calidad establecidos en las normas, se publicaron cuatro convocatorias⁸¹ para personas y empresas interesadas en ser proveedores de sistemas de calentamiento solar de agua y/o de sistemas fotovoltaicos. Sólo quienes cumplieran con los requisitos podrían ofertar sus servicios en el marco de la Estrategia *Ciudad Solar*. Estos fueron los siguientes:

- a) Presentar documentos formales de la empresa y/o de la persona física con actividad empresarial: acta constitutiva, alta ante el SAT, identificación fiscal o Registro Federal de Contribuyentes, cumplimiento de obligaciones fiscales, comprobante de domicilio;
- b) Tener experiencia en la instalación de sistemas energéticos y comprobarlo mostrando contratos firmados, actas de entrega-recepción, fotografías, descripción de los sistemas instalados, entre otros aspectos;
- c) Estar certificados en el cumplimiento de las normas aplicables. En el caso de sistemas de calentamiento solar de agua, de la norma NMX-ES-001-NORMEX-2005 “Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento solar de agua – Métodos de prueba y etiquetado” o la norma internacional ISO 9806 para colectores solares; la NMX-ES-003-NORMEX “Requerimientos mínimos para la Instalación de Sistemas Solares Térmicos, para Calentamiento de Agua”; la norma NMX-ES-004-NORMEX-2015 “Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua – Método de prueba” o Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica en Vivienda (DTESTV) para calentadores solares de agua.
- d) Contar con certificados que avalen la pertenencia a algún padrón de proveedores, como el FIDE, CSOLAR de Nacional Financiera (NAFIN) o la Asociación de Normalización y Certificación, A.C. (ANCE).
- e) Contar con personal certificado en el cumplimiento de los estándares de calidad EC-0325 “Instalación de sistema de calentamiento solar de agua termosifónico en vivienda sustentable” para el caso en que se oferten calentadores solares certificados bajo la NMX-ES-004-NORMEX-2015 o DTESTV; o bien, EC-0473 “Instalación del sistema de calentamiento solar de agua de circulación forzada con termotanque” para el caso en que se oferten sistemas de calentamiento solar de agua que incorporen colectores solares certificados bajo la NMX-ES-001- NORMEX-2005 o la norma ISO 9806. En el caso de los sistemas fotovoltaicos, certificación del personal en el estándar EC-0586.01 “Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria”.
- f) Presentar garantías contra defectos de fabricación y defectos en la instalación.
- g) Contar con medidas de atención de fallas de emergencia que contengan tiempos de respuesta y tiempos de solución definitiva de la falla, para dar elementos a las y los beneficiarios para poder elegir al proveedor.
- h) Presentar cotizaciones con la descripción detallada de las características de las instalaciones que se realizarán y de los servicios que ofrecerán, que contengan especificaciones técnicas, precios desglosados, vigencia, tiempo de instalación, garantías, gestiones para permisos y licencias, asistencia y servicio de respaldo que se incluyen.

⁸¹ Publicadas en las GOCDMX No. 200 (SEDECO 2019e), No. 320 (SEDECO, 2020d), No. 602 (SEDECO 2021c), No. 826 (SEDECO, 2022c).

La DGDySE evaluó las solicitudes y aceptó como proveedores a aquellas personas físicas o morales que cumplieron con todos los requisitos. Sólo esos proveedores participaron en *Ciudad Solar*. De 2020 a 2023 la SEDECO ha certificado a 29 empresas que ha integrado al patrón de proveedores del programa de energía solar para MIPyMES, de las cuales cinco instalan sistemas de CSA y el resto SFV⁸².

- **Vinculación con fuentes de financiamiento**

En las convocatorias para participar como beneficiario de esta acción institucional, como parte del procedimiento de acceso para las personas solicitantes y/o beneficiarias, se incluyó información sobre las opciones de financiamiento disponibles para apoyar a las MIPyMES. En 2019 sólo se hizo mención del Fondo para el desarrollo social de la Ciudad de México (FONDESOC) ⁸³; en los siguientes años se añadió al FIDE a través del programa Eco-crédito Empresarial⁸⁴ y, en 2023, año en que ya no hubo recursos de la SEDECO, se ofreció información de otras fuentes de financiamiento como CI Banco, Banverde, Red Girasol y Home Depot, con quienes SEDECO había firmado convenios de trabajo para que ofrecieran tasas preferenciales. La DGDySE fungió como vinculador y puso en contacto a quienes requirieron de algún apoyo financiero.

Resultados del trabajo de campo

Para la evaluación de este eje se realizaron dos entrevistas a profundidad con personal de la DGDySE responsable de la asistencia, tanto para la instalación de SFV como de CSA, y con cuatro proveedores de los sistemas energéticos que trabajaron en coordinación con esa área.

Asimismo, para conocer las experiencias y opiniones de los representantes de las MIPyMES que fueron beneficiadas con el apoyo de *Ciudad Solar* para la instalación de sistemas energéticos en sus instalaciones, se realizó una encuesta en línea. A continuación se mencionan los resultados de las entrevistas y de las encuestas recibidas.

⁸² Consultado en:

<https://ciudadsolar.cdmx.gob.mx/storage/app/media/MYPIMES/2022/Lista%20proveedores%20Mipymes%202019-2022%200.pdf>

⁸³ Se trata de un fideicomiso que tiene como objetivo otorgar servicios financieros para la creación y/o el fortalecimiento de iniciativas de emprendimiento, con el fin de estimular el desarrollo económico y social de la Ciudad de México. Está dirigido a quienes desean crear una empresa o hacer la transición de un proyecto empresarial a un negocio. Tiene dos modalidades de crédito: una para emprendedores en sectores de actividades económicas tradicionales y otra para emprendedores en sectores de innovación y desarrollo tecnológico. En ambas ofrece créditos con tasas preferenciales fijas y, en el caso de los sectores de innovación (que son los que aplican a las tecnologías que se analizan en esta evaluación), plazos de pago de 36 meses.

⁸⁴ Este programa ofrece créditos que cubren el costo del equipo y la instalación a tasas de interés fijas y a plazos de hasta cinco años para pagar por medio del recibo de CFE.

- **Resultados de las entrevistas realizadas a proveedores**

Se llevaron a cabo cuatro entrevistas a profundidad: dos con proveedores de calentadores solares⁸⁵ y dos con proveedores de SFV⁸⁶. Todos comentaron que el participar con la SEDECO en esta actividad les generó beneficios, porque se incrementó la demanda para la instalación, tanto de SFV como de equipos de CSA. Mencionaron que gracias al apoyo que dio SEDECO –y a la vinculación con financiadoras como FIDE–, pudieron trabajar con micro empresas a las que anteriormente no consideraban como potenciales clientes. Quienes tenían como clientela al sector privado (viviendas) señalaron que se dieron a conocer con MIPyMES, y ello también les amplió su cartera de clientes porque identificaron giros viables, como abarroterías, tortillerías o veterinarias; es decir, tuvieron acceso a clientes que de otra manera no habrían podido llegar y eso hizo que tuvieran más trabajo.

Todos calificaron como altamente satisfactoria la coordinación y comunicación con la DGDySE porque les apoyó durante todo el proceso, dio asesoría técnica a sus clientes, dio acompañamiento para la verificación de las condiciones físicas y operativas de los sistemas instalados, y ayudó a hacer los trámites necesarios a quienes lo solicitaron. También calificaron como altamente satisfactorios los resultados de esta acción institucional –aunque comentaron que pudieron haber sido mayores si hubiera habido mayor difusión– y opinaron que este tipo de acciones gubernamentales contribuye a desarrollar el mercado de energías renovables ya que algunas personas que no conocían los beneficios que puede generar la instalación de estas tecnologías, y que pensaban que estos sistemas no eran para ellos, gracias a los apoyos que se otorgaron, se animaron a hacer la inversión. El *Programa* ayudó a concientizar sobre los beneficios de las tecnologías y sobre sus aportaciones a la disminución de emisiones de GEI, ya que en todos los proyectos se incluía una tabla que indicaba la reducción de emisiones de CO₂ que generarían.

- **Resultados de las entrevistas a MIPyMES beneficiadas**

La DGDySE envió un correo a las 72 empresas apoyadas y les solicitó que respondieran una encuesta en línea diseñada por el equipo consultor⁸⁷. Contestaron 19 personas (13 hombres y 6 mujeres, de las cuales sólo una dijo reconocerse como indígena), de 10 de las 56 empresas donde se instalaron SFV (18% del total) y de 9 de las 16 donde se instalaron CSA (56% del total). De éstas, 12 corresponden al sector comercial, 5 al sector servicios y una al sector industrial. Ninguna había recibido apoyos con anterioridad para la adquisición o instalación de tecnologías para el uso de energías limpias.

De las nueve empresas que instalaron SFV, seis se dedican a la industria alimenticia/venta de alimentos, y cuatro a servicios (dos inmobiliarias, un despacho de ingeniería, una tintorería). De las que instalaron sistemas de CSA, cinco se autoclasifican en la industria alimenticia, dos en el sector servicios (estancia infantil/casa de huéspedes) y una en la industria textil. En términos de personal empleado, 13 tienen 5 o menos personas empleadas, una tiene 6, dos tienen 11 empleados, una dijo tener 23 y una más 500,

⁸⁵ Las empresas que se entrevistaron fueron: Kessel y Módulo Solar.

⁸⁶ Las empresas que se entrevistaron fueron: Construcciones Milenium y Acissa Sustentable.

⁸⁷ El equipo consultor requirió el apoyo de SEDECO para enviar la solicitud para responder la encuesta, debido a que, conforme a la *Ley de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Rendición de Cuentas de la Ciudad de México* no les fueron proporcionados los datos personales de las y los beneficiarios.

lo que muestra que la mayoría son micro y pequeñas empresas. Los resultados de la encuesta se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VI.2.7 Resultados de la encuesta en línea aplicada a MIPyMES beneficiadas.

Tema	Respuestas
Convocatoria y cumplimiento de requisitos	<ul style="list-style-type: none"> 72% se enteró por medios electrónicos de los apoyos que da SEDECO, una persona contestó que SEDECO le había llamado y tres más contestaron que se habían enterado en una junta, en su Cámara, por amistades o por su representante barrial. 63% considera altamente satisfactorios los requisitos para recibir apoyos, 33% satisfactorios y solo una persona los consideró insatisfactorios. Para el 95% los costos de instalación fueron accesibles. 100% respondió estar satisfecho con los mecanismos de respuesta de la SEDECO a la solicitud de apoyo.
Apoyos y coordinación	<ul style="list-style-type: none"> 84% está altamente satisfecho con la asesoría de SEDECO, el resto está satisfecho y nadie contestó estar insatisfecho. SEDECO realizó las visitas técnicas y dio acompañamiento a lo largo de los proyectos, no sólo para determinar la factibilidad, sino también para verificar las condiciones físicas y operativas de los sistemas instalados. 100% consideró adecuada la vinculación con proveedores de tecnología.
Impactos	<ul style="list-style-type: none"> El 100% de las MIPyMES que instalaron SFV logró reducir el pago de su factura CFE. Si bien no hubo consenso respecto del porcentaje de disminución que tuvieron en la factura, el 22% reportó ahorros de más del 90% y 22% reportó ahorros entre el 70 y 79%, es decir, el 44% tuvo ahorros por encima del 70%⁸⁸. El 100% de las MIPyMES que instalaron CSA reportó haber tenido ahorros. Sobre el porcentaje de disminución en el pago de gas también hubo diversas respuestas: 44% dijo haber tenido ahorros por encima del 70%, 12.5% de 50 a 59%, 38% de 30 a 39% y 12.5% reportó ahorros entre el 20 y el 29%. Es decir, casi el 60% tuvo ahorros superiores al 50%. 100% considera que el uso de tecnologías limpias ha mejorado su empresa. 89% señaló que los ahorros en gas y/o energía eléctrica les ha generado una disminución en los costos de producción. Una persona respondió que gracias a ello se transformaron en una empresa socialmente responsable y otra mencionó que el utilizar este tipo de energía hace más limpio su proceso. 95% considera que el ahorro logrado compensa la inversión.
Beneficios y áreas de oportunidad	<ul style="list-style-type: none"> Al 84% le ayudó este Programa a concientizarse sobre el cambio climático; al 16% restante no le ayudó porque ya estaba enterado de esta problemática. 74% evalúa como altamente satisfactorios los resultados de la acción institucional; y el resto (26%) los evalúa satisfactorios. Nadie dio una respuesta negativa. 100% considera que esta iniciativa contribuirá a aumentar la demanda de tecnologías limpias en MIPyMES. Entre las razones esgrimidas se encuentran, entre otras, que es una buena forma de generar ganancias por los ahorros significativos que se producen con la instalación de las tecnologías; ayuda a cuidar el medio ambiente; la gente va a empezar a utilizar estos sistemas cuando se dé cuenta de los beneficios; la relación costo-beneficio es positiva; al dar los apoyos se abre la posibilidad de adquirir estas tecnologías y más gente podrá conocer e instalar estos equipos que ayudan a la economía de las personas, ya que actualmente son inaccesibles para muchas empresas; el pago de la electricidad puede ser un factor de endeudamiento para las MIPyMES, sobre todo cuando van iniciando el negocio porque son tarifas muy altas, de modo que disminuir ese gasto es muy beneficioso. A la pregunta ¿considera que las empresas micro, pequeñas y medianas podrían invertir en sistemas de ahorro de energía sin apoyos del gobierno? 58% contestó que es moderadamente probable, 26% que es probable y tres personas (16% del total) contestaron que sería improbable.

⁸⁸ Cabe señalar que el indicador de resultados que incluyó SEDECO en el *Diagnóstico del Programa Presupuestario FO34* (SEDECO s/f.c) fue que las MIPyMES lograran entre 50 y 70% del gasto en energía/gas.

Tema	Respuestas
Opiniones y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Como recomendaciones para mejorar la acción institucional, 53% recomienda difundir más el <i>Programa</i> y 26% mencionó la necesidad de contar con más apoyos y facilidades. Otras respuestas hicieron alusión a la conveniencia de reducir los trámites y hubo quien dijo que aún son altos los costos de los sistemas de ahorro de energía para las micro empresas.

Fuente: elaboración propia con información de la encuesta aplicada en línea.

Hallazgos del Eje 2. Energía solar para MIPyMES

Las MIPyMES son determinantes para la actividad económica de la Ciudad y está comprobado que la instalación de las tecnologías que promueve *Ciudad Solar* les ayuda a disminuir sus costos de producción, a mejorar su competitividad y a fortalecer su permanencia en el mercado, al tiempo que se reduce la emisión de contaminantes a la atmósfera, lo cual tiene también un impacto en la calidad del aire de la Ciudad y, consecuentemente, en la salud de la población que la habita. Asimismo, gracias a *Ciudad Solar*, se ha fortalecido el mercado de equipos y de servicios de instalación en la CDMX. Las empresas proveedoras que han sido certificadas por la SEDECO por cumplir con la calidad y profesionalismo que se requiere han podido ampliar su cartera de clientes y reconocen el interés de nuevos negocios por instalar estas tecnologías al ver que recuperan su inversión en pocos años.

No obstante lo anterior, no se han cumplido las metas establecidas para este eje estratégico, y por lo mismo, no se ha logrado el impacto esperado al inicio de la presente administración. Si bien fue atinado incluir a otras dependencias del Gobierno de la Ciudad y a actores del sector privado en esta estrategia de fomento a la instalación de tecnologías limpias en MIPyMES, la falta de un mecanismo de gobernanza para dar seguimiento a las actividades realizadas y para monitorear los avances, ha provocado que no se tenga información precisa sobre el nivel de cumplimiento de las metas. Además, la pandemia dificultó su implementación en los primeros años.

Por otro lado, tanto los recursos humanos, como económicos con los que ha contado la SEDECO para implementar este eje han sido muy limitados. En términos de personal, la DGDySE cuenta con un equipo técnico muy reducido que, si bien todos los actores que han trabajado en coordinación con esa área han manifestado que ha sido muy eficiente, no ha podido difundir masivamente la oferta de apoyos, atender todas las solicitudes, ni generar un sistema de seguimiento, comunicación y coordinación con todos los actores involucrados que permita ampliar el impacto de esta actividad institucional. De la misma manera, los recursos económicos no han sido provistos conforme a lo planeado anualmente en los lineamientos que han sido publicados, e incluso han sido eliminados en el presente año, lo cual provoca incertidumbre entre empresas interesadas, que incluso tienen proyectos ejecutivos terminados, pero que no pueden continuar sin el apoyo del gobierno de la CDMX. Esto frena los avances logrados y el potencial de ampliación de esta actividad.

Evaluación del impacto del Eje 2. Energía solar para MIPyMES

- **Relevancia/Pertinencia**

El apoyo a las MIPyMES de la CDMX para instalar sistemas energéticos a base de energía solar es pertinente y muy relevante. Ese sector empresarial constituye el 98.8% de las unidades económicas de

la Ciudad y emplea al 85.3% de la fuerza laboral con una aportación del 77% al PIB local (Gobierno de la CDMX, 2023). Además, de acuerdo a lo señalado en el capítulo IV relativo al marco normativo y programático de *Ciudad Solar*, esta acción contribuye no sólo al cumplimiento de leyes locales que promueven la disminución de la huella ecológica, la transición energética y el desarrollo sustentable en la CDMX, sino también de aquellas que impulsan la democratización de la energía, el desarrollo económico local y el fomento de procesos productivos eficientes y competitivos que generen empleos verdes.

Además del ahorro que tienen las pequeñas empresas al optar por la energía fotovoltaica, se promueve la creación de empleos verdes en la cadena de valor (proveedores de equipos y comercialización de sus productos y servicios), que cumplen con los requerimientos y estándares de calidad establecidos en las normas aplicables. Esta medida es congruente con la política climática del Gobierno de la CDMX que prioriza el bienestar de las personas y, entre otros elementos transversales, se sustenta en la creación de empleos verdes para lograr una transición sustentable y justa de la economía de la Ciudad.

Mediante las entrevistas realizadas a las MIPyMES que fueron beneficiadas se comprobó que la instalación de las tecnologías que promueve *Ciudad Solar* ayuda a esas empresas a disminuir sus costos de producción, a mejorar su competitividad y a fortalecer su permanencia en el mercado. Los tiempos de recuperación de la inversión se estiman entre 4 y 6 años y, si se toma en cuenta que la vida útil de estos sistemas es de más de 20 años, los beneficios económicos son evidentes⁸⁹. Asimismo, *Ciudad Solar* ha contribuido al fortalecimiento del mercado de equipos y de servicios de instalación en la CDMX. Las empresas proveedoras certificadas por la SEDECO reconocen el interés de nuevos negocios por instalar estas tecnologías al ver que recuperan su inversión en pocos años.

En conclusión, la promoción de tecnologías limpias y el apoyo a las MIPyMES está en línea con las prioridades nacionales y locales, y aporta al cumplimiento de los compromisos de país y de la CDMX en materia de cambio climático y de sustentabilidad energética.

- **Coherencia**

Para implementar este eje, la SEDECO se vinculó con empresas proveedoras de los equipos y promovió la vinculación de las MIPyMES con instituciones de financiamiento y con instaladores certificados.

Según las declaraciones del personal de la SEDECO que fue entrevistado, al inicio de la administración se buscó la coordinación con cámaras empresariales, con las áreas de fomento económico de las alcaldías, y con proveedores, para darles a conocer los apoyos que otorgaba *Ciudad Solar* y los requisitos para acceder a ellos, así como para solicitar su apoyo para divulgar la convocatoria. Para ello

⁸⁹ Los precios y costos de instalación, operación y mantenimiento de los sistemas solares, tanto FV como de calentamiento de agua dependen del tamaño de la instalación, rango de potencia, marca, entre otros elementos. Según el Monitor de información comercial e índice de precios de generación solar distribuida en México publicado por la GIZ en 2021, los precios promedio al público por la instalación de SFV oscilan entre 0.85 a 1.24 USD/Wp dependiendo del rango de potencia que se requiera. A medida que aumenta la capacidad instalada, los precios tienden a disminuir. Por ejemplo, las instalaciones de 250 a 500 kWp son en promedio 30% más baratas que las que están por debajo de los 2.5 kWp. Ello se debe principalmente a las economías de escala que reducen los costos dos componentes principales: paneles e inversores en hasta un 50% y 65% respectivamente. Por su parte, los costos promedio de operación y mantenimiento no varían demasiado de una instalación a otra y rondan los 0.040 USD/Wp (GIZ, 2021).

llevaron a cabo reuniones presenciales y posteriormente virtuales cuando se dio el confinamiento por la pandemia. También intentaron hacer difusión del *Programa* en el Metro, o en el Metrobús, pero debido a que incluir un *spot* para difundir en sus vagones y vehículos tiene un costo económico, no lo pudieron hacer. Tampoco fue posible imprimir folletos, pero una vez que hubo casos exitosos, optaron por darlos a conocer en la página de *Ciudad Solar* en sus redes sociales.

La coordinación con proveedores y beneficiarios fue positiva. Todas las personas entrevistadas evaluaron la coordinación de la SEDECO de manera altamente satisfactoria. Y si bien fueron relativamente pocas las MIPyMES que solicitaron financiamiento adicional de alguna institución, la asesoría que dio SEDECO y el acercamiento con las instituciones financieras fue adecuado.

No obstante lo anterior, es importante mencionar que la DGDySE-SEDECO, como responsable de esta actividad institucional, no cuenta con personal, ni con un sistema de seguimiento para conocer los impactos de la instalación de los equipos en la operación y desempeño de las MIPyMES. La relación con las empresas y los proveedores termina una vez que los ponen en contacto, e incluso, en ocasiones, desconocen si se instalaron los equipos. Esto puede constituir una barrera para consolidar una estrategia de coordinación estructurada entre el gobierno de la Ciudad y los diferentes sectores de la sociedad para el aprovechamiento de la energía solar y potencializar su desarrollo en el mediano y largo plazo.

- **Eficacia/efectividad**

Los objetivos y metas que se fijaron para este eje fueron ambiciosas. Se esperaba contar en 2024 con 10,000 MIPyMES con sistemas fotovoltaicos y 240 molinos de nixtamal y, a partir de 2020, tener 400 negocios al año con energía solar. Para lograr lo anterior se consideró no sólo al Programa presupuestario F034 a cargo de la SEDECO, que contaría con presupuesto para entregar apoyos económicos directos a las MIPyMES, sino también a otros programas del gobierno de la Ciudad, que nunca se especificaron. También se esperaba una inversión de \$13,659 millones de pesos, de los cuales \$740 millones provendrían del gobierno de la CDMX y el resto de otras fuentes de inversión (SEDECO s/f). Sin embargo, en la realidad, debido a la pandemia, el Gobierno de la CDMX modificó las prioridades presupuestarias y *Ciudad Solar* únicamente ha recibido, al 2023, el 5.4% del presupuesto total proyectado.

Si bien no se han logrado las metas previstas y, por lo tanto, no se ha logrado el impacto esperado al inicio de la presente administración de la CDMX, los resultados de las entrevistas muestran que la implementación de este eje estratégico ha tenido impactos positivos en las MIPyMES, que han disminuido su gasto en luz y gas, y en las empresas proveedoras de los equipos. Además, según el *Quinto Informe de Gobierno de la CDMX*, la instalación y operación de sistemas de aprovechamiento de energía solar en las 72 MIPyMES que han sido apoyadas en los últimos cuatro años “ha evitado la emisión anual de poco más de 1,021 toneladas de CO₂e a la atmósfera y se ha evitado el uso de 207,500 litros de Gas LP, lo que representa un ahorro para las MIPyMES de \$2,295,900 al año. La derrama económica al sector energético de la Ciudad por esta actividad ha sido de \$27.9 millones de pesos, con la inversión de \$5,170,880 pesos a fondo perdido del Gobierno de la Ciudad” (Gobierno de la CDMX, 2023).

Vale la pena mencionar que esta acción institucional produjo algunos impactos no esperados, o al menos no planteados de manera explícita en los documentos relativos a *Ciudad Solar*. Entre estos se

encuentra el hecho de que las empresas que proveen e instalan equipos de CSA y FV ampliaron su cartera de clientes, pudiendo llegar a sectores que consideraban que no tendrían interés por estas tecnologías. Estos resultados deben ser considerados en futuros programas de apoyo a MIPyMES para el aprovechamiento de energía solar.

Por otro lado, es importante señalar que, de las 16 MIPyMES apoyadas con sistemas de CSA, 37.5% son de la industria alimenticia y 43.8% del sector servicios. Es decir, más del 80% de las empresas apoyadas no forman parte de los sectores que consumen más agua caliente. De la misma manera, la mayoría de las MIPyMES que instalaron SFV son del sector servicios, que no está clasificado, conforme a la Tabla VI.2.3, como un sector donde más energía se consume. En este sentido, es claro que se requiere promover mayor difusión con los sectores que consumen más electricidad y gas para que el *Programa* tenga mayor impacto.

- ***Eficiencia***

Como se ha mencionado con anterioridad, los recursos humanos y económicos con los que ha contado la SEDECO para implementar este eje han sido muy limitados. En términos de personal, la DGDySE cuenta sólo con dos técnicas profesionales con experiencia que, si bien el 84% de quienes contestaron la encuesta calificaron su asesoría como altamente satisfactoria, y que contaron con el apoyo de becarios de Servicio Social y del Programa Jóvenes construyendo el futuro, esto no fue suficiente por las cargas de trabajo que implica esta actividad.

Tampoco los recursos económicos han sido ejercidos conforme a lo previsto. En los primeros años, debido a la pandemia, no se ejerció el presupuesto disponible, y en los últimos años, los apoyos han sido eliminados debido a cambios en las prioridades del gobierno de la CDMX. La cancelación de los apoyos provoca incertidumbre entre empresas interesadas, que incluso tienen proyectos ejecutivos terminados, pero que no pueden continuar sin el apoyo del gobierno de la CDMX. Esto frena los avances logrados y el potencial de ampliación de esta actividad.

- ***Utilidad***

La opinión de las personas beneficiadas es positiva. Tanto los proveedores como las MIPyMES que recibieron los apoyos a la inversión señalaron en las entrevistas estar satisfechos con la acción institucional. Los primeros pudieron ampliar sus carteras de clientes y tuvieron oportunidad de instalar equipos gracias a los apoyos que otorgó la SEDECO. Las MIPyMES han tenido ahorros en sus gastos de producción lo cual, indican, compensa la inversión que hicieron y generará más beneficios en el mediano y largo plazo. También por el hecho de contar con sistemas de energías limpias, han tenido acceso a incentivos fiscales (deducciones después de un año de operación), lo cual mejora su capacidad para mantenerse en el mercado. Adicionalmente, se han concientizado sobre la importancia de las tecnologías amigables con el medio ambiente que ayudan a combatir el cambio climático, y están satisfechos de estar contribuyendo a mejorar la situación ambiental en la Ciudad.

Todas las MIPyMES que contestaron el cuestionario mencionan que el uso de tecnologías ahorradoras de energía ha mejorado su empresa. A excepción de una persona que señaló que el ahorro en el consumo y la consecuente disminución del pago de energía no compensa la inversión total en la tecnología instalada porque no fue del 100%, todas las demás personas entrevistadas dijeron que si

compensó la inversión. Además, el contar con energía alternativa disminuye su vulnerabilidad ante cambios en los precios de los energéticos.

- **Sostenibilidad**

En opinión de todas las personas entrevistadas, este tipo de iniciativas contribuye a aumentar la demanda de tecnologías limpias en MIPyMES. El pago de la electricidad puede ser un factor de endeudamiento, sobre todo cuando se está iniciando el negocio, y el disminuir dicho gasto puede ser muy atractivo y ayuda mucho a este tipo de empresas. No obstante, se observan riesgos para la sostenibilidad de esta iniciativa debido a la cancelación de los apoyos que daba la SEDECO. La mayoría de las MIPyMES necesitan el capital semilla para poder instalar los equipos, y más del 60% considera poco probable invertir en ello si no cuenta con los apoyos del gobierno.

El fomento a la transición y sustentabilidad energética de MIPyMES requiere de apoyos gubernamentales que sean consistentes y acordes con la demanda para la implementación de energías limpias, principalmente de las empresas que tienen menos recursos.

- **Equidad e igualdad de género**

En México, el número de mujeres que tienen a su cargo pequeñas y medianas empresas es proporcionalmente menor al de los hombres y, además, ellas tienen menos posibilidades de formalizar sus negocios y de obtener créditos. En este contexto, para lograr un equilibrio de género en este Eje y avanzar hacia la igualdad de oportunidades, era necesario contar con un diagnóstico que indicara, entre otros aspectos, las brechas de género que existen en este tipo de emprendimientos.

Los lineamientos de operación no están diseñados con una perspectiva de género que permita un acceso equitativo a los apoyos ofrecidos; la convocatoria está dirigida a beneficiar a personas físicas o morales con actividad empresarial, sin establecer criterios en función de los papeles socialmente asignados a mujeres y hombres. Tampoco se dieron apoyos especiales/específicos a personas de sexo femenino aunque, según la SEDECO, entraron al *Programa* más mujeres de las que esperaban. Con la información obtenida mediante las entrevistas y encuestas no se identificaron mejoras específicas en las condiciones de vida de las mujeres beneficiarias, aunque los ahorros reportados pudieron haber generado algún beneficio.

- **Impactos económicos, sociales y ambientales**

Como resultado de la encuesta aplicada a las MIPyMES se puede afirmar que la instalación de SFV y/o de CSA tuvo impactos económicos en las empresas que fueron beneficiadas por *Ciudad Solar*. Todas señalaron que redujeron de manera significativa el pago de electricidad o de gas, respectivamente. Esos ahorros les permitieron bajar sus gastos fijos y, con ello, sus costos de producción, lo que les ayudó a mejorar su empresa y a mantenerse en el mercado⁹⁰. Además, el 95% comentó que los ahorros logrados

⁹⁰ Entre los testimonios de personas que cuentan con pequeñas empresas que fueron apoyadas con esta acción institucional que están disponibles en la página de *Ciudad Solar* se encuentra la empresa Eco Print Textil que cambió de colores industriales a colores naturales. Señala la dueña de este negocio que aprovechó el apoyo de la SEDECO porque teñir las

compensaron la inversión que realizaron con el apoyo de la SEDECO. Al respecto, más del 70% de las personas encuestadas opinó que sin los apoyos del gobierno es poco probable que las MIPyMES puedan invertir en estos sistemas de ahorro de energía⁹¹.

Por otro lado, la SEDECO certificó a empresas proveedoras de equipo y de servicios, lo que contribuye a mejorar el mercado de la energía solar en la Ciudad. Los proveedores que fueron entrevistados, mencionaron, además, que como efecto del *Programa* recibieron más solicitudes de asesoría y pudieron concretar la venta de equipos e instalación, así como darse a conocer en sectores y giros con los que no trabajaban antes.

En relación al impacto ambiental, la utilización de energía solar para la generación de energía eléctrica en las MIPyMES disminuyó el consumo de electricidad producida a base de combustibles fósiles y, por lo tanto, la emisión de gases de efecto invernadero. De la misma manera, el calentamiento solar de agua evitó la quema de gas LP, gas natural, o diésel que emite también GEI como producto de la combustión. En este sentido, cualquier reducción en el consumo de combustibles fósiles en procesos productivos, comerciales o de servicios, tiene impactos positivos en la calidad del aire de la Ciudad e, indirectamente, en la salud y la calidad de vida de las personas que habitan en ella.

No obstante los impactos positivos señalados, si se considera que *Ciudad Solar* solo apoyó a 72 MIPyMES, y que las metas eran contar con 240 molinos de nixtamal con energía solar en 2019, 10 mil MIPyMES con SFV en 2024, y con 400 negocios por año con energía solar, y con una inversión de \$13,659 millones de pesos provenientes de distintos programas de la Ciudad, además de que la SEDECO ya no cuenta con recursos para beneficiar a más empresas en 2024, el impacto de esta actividad institucional es mínimo, tanto en la reducción de GEI, como en la economía de la Ciudad.

VI.3 Eje 3. Calentamiento solar de agua en viviendas

La *Estrategia Local de Acción Climática de la Ciudad de México 2021 – 2050* establece en el Eje 2. Ciudad Solar la siguiente visión 2050: “La Ciudad de México experimenta una transición energética justa que ha permitido democratizar la gestión energética y ampliar el beneficio social que las fuentes de energía renovable tienen para sus habitantes. Esta transición no solo garantiza el suministro de energía limpia y accesible para la población más vulnerable, también garantiza las acciones de eficiencia energética que permitan el uso responsable de la energía sin comprometer el confort y las actividades de los diferentes sectores, como resultado de un trabajo intenso y coordinado entre todos los niveles de gobierno” (pág. 79).

El objetivo de este eje es “incrementar la eficiencia energética, democratizar la energía y garantizar un futuro energético equitativo, inteligente y limpio”. Mediante la Línea de acción 2.1. Fomentar hogares solares eficientes, flexibles, inteligentes y equitativos energéticamente se promueve, entre otras

telas requiere un alto consumo de agua caliente, y menciona que el sistema de calentamiento solar del agua le redujo sus costos económicos, y además puede tener este líquido durante todo el día.

⁹¹ Según la Asociación de Emprendedores de México (ASEM), en el año 2022 el 35% de las personas emprendedoras cerraron sus puertas de forma definitiva por la falta de recursos económicos para cumplir compromisos con proveedores y clientes. (Hernández, 2022).

medidas, el incentivar el uso de calentadores solares en las viviendas, con la participación de las siguientes instituciones locales: la SEDEMA, la SEDECO, la SEDUVI, el INVI y la Comisión para la Reconstrucción de la Ciudad de México.

Las metas que se plantearon en el Programa *Ciudad Solar* para el periodo 2019-2024 son las que se muestran en la siguiente tabla, en la cual se indican los avances al 2023 reportados por la SEDECO.

Tabla VI.3.1 Metas 2019-2024 del Eje 3 y avances al 2023.

Meta para el período 2019-2024	Avance de la meta al 2023	Comentarios
134,611 viviendas nuevas con calentador solar / 22,435 viviendas nuevas por año	En el periodo 2018-2022 se han instalado 25,053 en viviendas de la CDMX	Por medidas indirectas o directas del GCDMX (INVI, Reconstrucción, Alcaldías)
Instalar calentadores en 12 mil viviendas con el Programa de Reconstrucción	5,361 viviendas con calentador solar	Es el último dato que reportó la Comisión para la Reconstrucción
Mitigación anual promedio: 120,237 tCO ₂	16,730 tCO ₂ /año	Contemplando viviendas del INVI, Reconstrucción, Alcaldías y MIPyMES de calentamiento solar de agua
Mitigación total acumulada 721,423 tCO ₂	66,525 tCO ₂	Contemplando viviendas del INVI, Reconstrucción, Alcaldías y Mipymes de calentamiento solar de agua
787,000 m ² de área de calentadores solares	50,590 m ²	Contemplando viviendas del INVI, Reconstrucción, Alcaldías y MIPyMES de calentamiento solar de agua. Consideran 2m ² por colector
\$170 millones de pesos de inversión del Gobierno de la Ciudad de México	\$935,597.80	Con presupuesto de la SEDECO para el programa de Energía Solar para MIPyMES

Fuente: elaboración propia con información de los avances proporcionada por la DGDySE.

Actividades realizadas

La instalación de sistemas de calentamiento solar de agua en viviendas es una actividad que se ha promovido en la CDMX desde hace años. Desde 2008 el INVI incorporó en las reglas de operación de sus programas de ayudas de beneficio social y en sus políticas de administración crediticia y financiera la línea de sustentabilidad para la aplicación de diseños e instalación de equipos y mecanismos que, en el corto y mediano plazo, reflejen una disminución en el gasto de bienes y servicios de las familias por el ahorro de energía y el manejo adecuado del agua y que, a largo plazo, generen mejoras en el ambiente, debido a la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero provenientes de los hogares (INVI, 2013). Los programas “Mejoramiento de la Vivienda” y “Vivienda en Conjunto” incluyen los calentadores solares entre las ecotecnias que instalan en las viviendas que apoyan.

Por su parte, la Comisión para la Reconstrucción de la Ciudad de México, creada en 2017 para coordinar los trabajos de reconstrucción en beneficio de las personas damnificadas por el sismo que afectó a la Ciudad el 19 de septiembre de ese año, también incluye la instalación de ecotecnias para reducir el consumo de energía, gas y agua en su línea de apoyo sustentabilidad, entre las que se encuentran los calentadores solares (SEDATU-CONAVI, 2019). De acuerdo con la información que se encuentra en el micrositio de la Comisión para la Reconstrucción, a la fecha se han entregado 15,080 viviendas (Portal de la Comisión de Reconstrucción, 2023).

En el caso de las alcaldías, éstas han incluido la instalación de calentadores solares entre los proyectos que apoyan con sus presupuestos participativos. Esto no es privativo de esta administración, ya que también lo han hecho en gobiernos anteriores.

Resultados del trabajo de campo

Para la evaluación de este Eje se llevó a cabo una plática inicial con personal de la DGDySE para conocer la participación de dicha dependencia en la implementación de esta actividad. Se informó al equipo consultor que esa Dirección General participó inicialmente en la elaboración de las bases de concurso para la adjudicación de contratos a las empresas instaladoras de calentadores solares, debido a que, en el marco del Programa *Ciudad Solar* había desarrollado una metodología para evaluar la calidad de los equipos, pero no tenía conocimiento de los resultados de este Eje, por lo que, conjuntamente, se consideró que no era necesario realizar la entrevista que se tenía prevista con la SEDECO, ya que su papel fue únicamente promover la aplicación de la Norma Ambiental Solar (NADF-008-AMBT-2017), que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en edificaciones, instalaciones y establecimientos, en la construcción de nuevas viviendas en las que se instalan calentadores solares.

Para obtener la información sobre los avances en la instalación y resultados de los sistemas de CSA en viviendas nuevas y reconstruidas, se realizaron entrevistas a profundidad con personal de la Comisión de Reconstrucción y con personal del INVI a cargo de los Programas “Mejoramiento de la Vivienda” y “Vivienda en Conjunto”. Asimismo, para recopilar la información sobre los impactos sociales, económicos y ambientales que se han tenido en las viviendas y en sus habitantes, se aplicaron 85 encuestas en viviendas que fueron seleccionadas de un universo muestral de las 9,138 viviendas incluidas en los padrones de beneficiarios que facilitaron el INVI (7,230) y la Comisión de Reconstrucción (1,908).

Con respecto a las alcaldías es importante mencionar que estas no fueron incluidas en el análisis de este Eje debido a que en la práctica no forman parte de *Ciudad Solar*, y, como no existe un vínculo con la SEDECO, no fue posible conseguir la información correspondiente. Si bien el equipo consultor realizó solicitudes de información sobre viviendas beneficiadas con la instalación de calentadores solares a cada alcaldía y al Instituto Electoral de la Ciudad de México (IECM) a través de la Plataforma Nacional de Transparencia, no fue posible recabar información útil, ya que la mayoría de las alcaldías respondieron que no podían difundir esa información por el principio de confidencialidad, o la entregaron de manera agregada⁹². A continuación, se mencionan los resultados de las entrevistas realizadas.

- **Resultados de las entrevistas a la Comisión de Reconstrucción**

Para obtener información sobre los apoyos otorgados por la Comisión de Reconstrucción para la instalación de CSA en viviendas reconstruidas, se llevó a cabo una entrevista presencial con personal

⁹² La decisión de no incluir a las alcaldías en la presente evaluación de impacto se tomó en una reunión de trabajo con el EVALÚA CDMX.

de la Dirección de Atención Territorial. En la siguiente tabla se resumen las principales respuestas obtenidas.

Tabla VI.3.2 Resultados de la entrevista realizada a la Comisión de Reconstrucción.

Tema	Respuestas
Coordinación y colaboración institucional	<ul style="list-style-type: none"> • La SEDECO apoyó en la elaboración de las bases de concursos para la adjudicación de contratos para la instalación de calentadores solares. • No hubo colaboración con la SEDECO para la verificación de la aplicación adecuada de la Norma Ambiental NADF-008-AMBT-2017 que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento del agua en edificaciones y se desconocía el Programa <i>Ciudad Solar</i>.
Resultados e impactos	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de la instalación de los sistemas de calentamiento solar de agua en las viviendas son satisfactorios. • Si bien la Comisión no ha evaluado el impacto ambiental, social y económico que ha tenido la instalación de los sistemas de CSA en las viviendas, por no ser esto parte de sus objetivos, se tiene conocimiento de que sí se generan ahorros en los hogares. • Se afirma que una cantidad importante de los calentadores solares no se instalaron en las viviendas que reconstruyeron porque los equipos requieren de un flujo constante de agua y en algunas alcaldías, como Iztapalapa y Tláhuac, esto no sucede. Algunas personas beneficiadas sugirieron que se les instalaran otro tipo de ecotecnias, como sistemas de captación de agua de lluvia, que atienden mejor sus necesidades.
Retos, oportunidades y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando se entregan las viviendas se da una explicación de los beneficios que generan los equipos para ahorrar gas y para la economía familiar. Sin embargo, es necesario que las personas que cuentan con estos sistemas en sus viviendas también conozcan y tomen conciencia de que no solamente generan ahorros económicos, sino que también aportan al cuidado del medio ambiente y al combate al cambio climático. • Se debe reglamentar que las viviendas cuenten con estos sistemas ahorradores de energía, ya que, a la fecha esto no se incluye en los lineamientos del Programa de Reconstrucción. • Es importante generar un esquema de financiamiento para que sea accesible a todos los hogares.

Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas obtenidas en la entrevista.

• **Resultados de las entrevistas al personal del INVI**

Con el INVI se realizaron entrevistas a las personas responsables de los Programas “Vivienda en Conjunto” y “Mejoramiento de la Vivienda”. Las principales respuestas se resumen en la siguiente tabla.

Tabla VI.3.3 Resultados de las entrevistas realizadas con personal del INVI.

Tema	Respuestas
Coordinación y colaboración institucional	<ul style="list-style-type: none"> • Se conoció el Programa <i>Ciudad Solar</i> cuando fue anunciado por la Jefa de Gobierno de la Ciudad de México. • Se tuvo contacto con la SEDECO al momento de desarrollar la metodología de cálculo para la aplicación de la Norma Ambiental NADF-008-AMBT-2017 • No se elaboró un instrumento de coordinación o colaboración con la SEDECO. • El proceso de instalación de los sistemas se hace en la etapa de desarrollo de la obra, posteriormente no hay contacto entre beneficiarios y proveedores (solo si existen fallas en el sistema una vez que se está utilizando), por lo que se desconocen los impactos y/o la satisfacción de los usuarios.

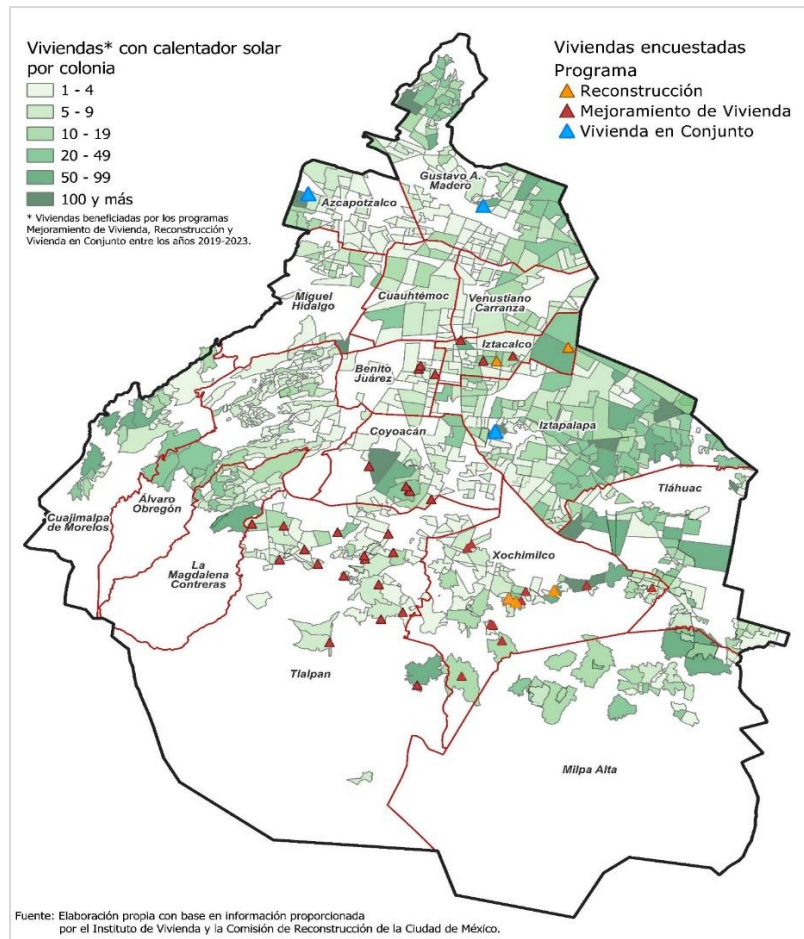
Tema	Respuestas
Resultados e impactos	<ul style="list-style-type: none"> • El INVI no evalúa el impacto social y económico del uso de calentadores solares de agua en las viviendas. • Se considera satisfactoria la instalación de estos sistemas, ya que desde el 2008 se instalan este tipo de ecotecnias en las viviendas. • Se percibe que las personas están conscientes de que el uso de un sistema de calentador solar del agua ayuda al medio ambiente. • El 64% de las personas que solicitan crédito para la vivienda son mujeres.
Retos, oportunidades y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario que los equipos cuenten con todas las certificaciones. • Se considera necesario que se mantenga el Programa <i>Ciudad Solar</i> para promover que las viviendas tengan calentadores solares, aunque si no existiera dicho <i>Programa</i>, el INVI las seguiría instalando. • Les parece importante mantener vinculación con la SEDECO. Por ejemplo, podrían beneficiarse del padrón de instaladores que tiene dicha dependencia. • Se deben de incluir otro tipo de ecotecnias, como recolección de agua de lluvia, en futuros programas.

Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas obtenidas en las entrevistas.

• **Resultados de las entrevistas en viviendas**

Para conocer la opinión de las personas beneficiadas con CSA se aplicaron 85 encuestas de manera presencial en viviendas seleccionadas mediante la muestra que se describe en el Anexo 4. Como se puede observar en la siguiente figura, estas se ubicaron en ocho alcaldías: Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Tlalpan y Xochimilco.

Figura VI.3.1 Distribución de viviendas beneficiadas con CSA y de viviendas encuestadas



Las personas que dieron información fueron en su mayoría mujeres (73%), de las cuales 77% son jefas de familia. Sólo 3 se identificaron como indígenas. El 40% se encuentra en un rango de edad de 45 a 59 años. En la mayoría de las viviendas encuestadas viven 3 o 4 personas (32% y 27% del total respectivamente). En la siguiente tabla se resumen los comentarios obtenidos en las entrevistas.

Tabla VI.3.4 Resultados de las entrevistas realizadas a personas beneficiadas en viviendas.

Tema	Respuestas
Conocimiento acerca del sistema de CSA	<ul style="list-style-type: none"> • El 57% de las personas se enteraron del sistema de calentamiento solar del agua a través del INVI. El resto se enteró por el Programa de Reconstrucción de Viviendas, las alcaldías o por la asociación de colonos. • Al momento de su instalación se explicó su funcionamiento, aunque algunas personas señalaron que no fue suficientemente amplia la explicación.
Impactos en la economía familiar	<ul style="list-style-type: none"> • El 95% de las personas consideraron que este sistema les ha permitido tener ahorros económicos en sus hogares, debido a que el agua proveniente del sistema se utiliza en los baños y solo se gasta en el gas para las estufas. • El dinero ahorrado se puede destinar a otras actividades también importantes para el hogar.
Antes y después del uso del sistema	<ul style="list-style-type: none"> • El 54% de las personas ha ahorrado entre 50 a 74% en la compra de gas desde que tiene el calentador solar y 20% adicional reportó ahorros del 25 al 49%.
Disponibilidad de agua caliente	<ul style="list-style-type: none"> • El 66% dijo disponer de agua caliente de manera permanente. El resto señaló que ha tenido dificultades de disponibilidad principalmente en los meses más fríos o cuando no hay sol; también es inestable o tarda mucho en bajar; no está suficientemente caliente por las mañanas; sólo alcanza para dos baños.
Usos de agua caliente	<ul style="list-style-type: none"> • El 98% utiliza el agua caliente para bañarse.
Beneficios en el uso del tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • El 59% considera que, además de los ahorros económicos, cuenta con más tiempo para dedicarse a otras actividades relacionadas con el hogar, entre ellas, el cuidado de los hijos. El resto de las personas entrevistadas señaló que no notó cambios en la rutina del hogar.
Sensibilidad y conciencia sobre el cuidado del medio ambiente y el cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • El 99% piensa que esta iniciativa contribuye a mejorar el medio ambiente ya que reduce la contaminación, se utilizan energías limpias, se aprovecha a energía natural, se reduce la quema de combustible y permite enfrentar el calentamiento global.
Beneficio en hogares encabezados por mujeres	<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de las personas que contestaron la encuesta son mujeres; y de estas el 77% son jefas de hogar. • Este grupo de jefas de hogar señaló que los principales beneficios obtenidos del sistema de CSA son: a) ya no tiene que calentar agua en la estufa; b) usa los ahorros en comida y gastos del hogar; c) ahorra tiempo para otras actividades dentro del hogar y puede salir antes a trabajar; d) se bañan más rápido y los niños no desperdician el agua; e) tiene más tiempo para el cuidado de los hijos; y e) tiene agua caliente todo el día.
Evaluación y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> • El 70% de las personas entrevistadas están altamente satisfechas con el sistema de CSA y el resto están satisfechas. • Las recomendaciones para mejorar este sistema son las siguientes. <ol style="list-style-type: none"> a. Más promoción y ampliación de los apoyos (sin intermediarios). b. Asesoría técnica para reparaciones e instalación de los sistemas. c. Capacitación para el mantenimiento, o que vayan a dar mantenimiento con frecuencia. d. Que los calentadores solares sean de mejor calidad. e. Que tengan la capacidad de calentar agua para más personas. f. Difundir anuncios en la televisión sobre estos sistemas. g. Que haya más programas ecológicos (paneles solares para la luz del hogar, reciclaje de agua de lluvia).

Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas obtenidas en las entrevistas en viviendas.

Hallazgos del Eje 3. Calentamiento solar de agua

La instalación de sistemas de CSA en viviendas nuevas y reconstruidas es una medida congruente con las necesidades y prioridades nacionales y de la Ciudad de México en materia del uso de energías renovables, el combate al cambio climático y el mejoramiento de las condiciones de vida de las personas que reciben los beneficios de una vivienda con ecotecnias.

No obstante, se observaron diversos problemas en la planeación, operación, seguimiento y resultados de esta actividad que se originan, principalmente, en la falta de coordinación que se dio entre las dependencias del Gobierno de la Ciudad de México y en la falta de un mecanismo de gobernanza que permita a la SEDECO, en su calidad de operador del Programa *Ciudad Solar*, dar seguimiento a las acciones que realizan otras instituciones que aportan a la estrategia de sustentabilidad energética de la Ciudad. Al igual que en otros ejes, si bien las alcaldías incorporan estas tecnologías en las opciones que ofrecen con los Presupuestos Participativos, no tuvieron participación directa en esta actividad, por lo que no se pueden sumar los esfuerzos para reportar los avances en la implementación del *Programa*. Por ello, para esta evaluación se contó solo con una cifra parcial de las viviendas que cuentan con sistemas de CSA promovidas por el gobierno central de la ciudad y sus alcaldías.

Por otro lado, se encontraron inconsistencias en el planteamiento de las metas y en el reporte de los avances de este eje. En el informe de avances del *Programa Ambiental y de Cambio Climático 2019-2021* se menciona que, “como parte del impulso al uso de energías renovables, entre 2019 y 2021 se han instalado 25,053 calentadores solares de agua en viviendas a través del Programa de Reconstrucción de la Ciudad de México, los programas de Mejoramiento del Instituto de Vivienda y el presupuesto participativo de las alcaldías... que han contribuido con la mitigación de 16,388 toneladas de dióxido de carbono equivalente al año” (SEDEMA, s/f).

Por su parte, la SEDECO publicó la siguiente información: “25,145 calentadores solares de agua instalados en el periodo 2019-2021 como resultado de acciones directas o indirectas del Gobierno de la Ciudad de México. Estos calentadores ayudan a la mitigación de 16,482 ton/año de CO₂ y evitan quemar alrededor de 5,244 ton de gas LP al año, lo que equivale a un ahorro de más de 120 MDP al año” (SEDECO, 2022d).

También en el portal de noticias de la SEDECO se publicó una nota el 21 de octubre de 2022 en la que se señala que, en colaboración con la Comisión para la Reconstrucción de la Ciudad de México, se han instalado 56,361 calentadores solares de agua en viviendas atendidas luego del sismo de 2017; y con el INVI se colocaron 12,381 calentadores adicionales en viviendas nuevas. Es decir, en total se instalaron 68,742 calentadores solares de agua.

Por lo tanto, no es clara la cifra oficial de la meta que se pretende alcanzar con este eje al 2024, lo que hace imposible determinar el impacto que ha generado esta actividad en términos de población beneficiada y emisiones mitigadas.

Por otro lado, si bien *Ciudad Solar* tiene un enfoque integral, que busca la eficiencia de la energía, el impulso a la innovación tecnológica y generar ahorros en las economías familiares, entre otros propósitos, este enfoque no se comparte con el INVI ni con la Comisión de Reconstrucción, que centran sus actividades en el mejoramiento de la vivienda. Esta es una situación que se debe analizar y atender

para crear sinergias entre las políticas de fomento a la vivienda y las relacionadas con el medio ambiente y el cambio climático.

No obstante lo mencionado anteriormente, las personas que hoy cuentan con calentador solar en su vivienda se encuentran altamente satisfechas. La mayoría tuvo ahorros económicos considerables porque disminuyó el consumo de gas, y el contar con este sistema de calentamiento de agua le ha permitido tener más tiempo para hacer otras cosas en el hogar, lo cual le mejoró su calidad de vida.

Evaluación del impacto del Eje 3. Calentamiento solar de agua

- **Relevancia/Pertinencia**

La instalación de sistemas de calentamiento solar de agua en viviendas es una medida pertinente y de gran relevancia para avanzar hacia la transición energética en la CDMX. El uso de calentadores solares reduce las emisiones de GEI al dejar de utilizar combustibles fósiles y también al disminuir las fugas en las instalaciones de gas LP que constituyen la principal fuente de emisión de compuestos orgánicos volátiles, precursores de ozono, que actualmente representan el 20% del total de emisiones en el Valle de México (Alvarado, 2023). Además de contribuir a la mitigación del cambio climático, los calentadores solares son una herramienta para ampliar el acceso de la población al servicio de agua caliente.

El calentamiento de agua representa, en promedio, el 30% de las emisiones de CO₂ de un hogar. El uso de un calentador solar puede disminuir sus emisiones totales en más de un 20% debido a que reduce entre 60 y 80% el consumo de combustibles fósiles (Resch, 2023; Alvarado, 2023). En México, según la *Encuesta Nacional de Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares* (ENCEVI) 2018, 43.5% de las viviendas (14.6 millones) usa algún tipo de calentador de agua; de esas viviendas, el 86% utiliza calentadores que funcionan con gas y solo el 14% están equipadas con calentadores solares. En la Ciudad de México hay 2,710,375 viviendas ocupadas, de las cuales 167,444 (6.2%) cuentan con calentador solar (Cuestionario ampliado del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI).

En este contexto, el adoptar alternativas sostenibles para el calentamiento de agua es una medida que se está impulsando en muchos países como un elemento esencial de sus estrategias de transición energética y de cambio climático que tiene un gran potencial que aún se tiene que aprovechar y potenciar⁹³.

- **Coherencia**

Este eje tuvo deficiencias importantes en la coordinación con los actores e instituciones participantes. Según la *ELAC 2021-2030* y el *PAC CDMX 2021-2030*, en esta actividad, que aporta al cumplimiento de la Línea de acción *2.1.1 Implementar acciones para la descarbonización de viviendas en el mediano y largo plazo* cuyo objetivo es “mejorar, incentivar y promover la eficiencia energética y el uso de energías renovables en el sector residencial para contribuir a las políticas locales, nacionales y globales de mitigación del cambio climático”, las instituciones responsables de su implementación son: la SEDEMA, la SEDECO, la SEDUVI, el INVI y la Comisión para la Reconstrucción de la CDMX. Adicionalmente, en los

⁹³ Israel es el país que tiene el mayor uso per cápita, 90% de los hogares utilizan esta tecnología. (Resch, 2023).

TdR de esta evaluación se mencionó también la participación de las alcaldías en la instalación de sistemas de CSA, mediante sus presupuestos participativos.

Mediante el trabajo de campo se pudo constatar que el INVI instaló calentadores solares como una de las ecotecnias que incluye en las viviendas que construye o renueva mediante sus programas “Mejoramiento de la Vivienda” y “Vivienda en Conjunto” que han operado desde 2008. Asimismo, la Comisión de Reconstrucción, mediante el Programa de Reconstrucción, instaló esos equipos en las viviendas que han reconstruido desde 2018. Si bien el INVI realiza esta actividad con una visión que se alinea al combate al cambio climático (ver sus reglas de operación (INVI, 2023)), su prioridad es la dotación de vivienda digna y segura a la población en situación de vulnerabilidad de la CDMX, es decir, el enfoque está centrado en el mejoramiento de la vivienda. Esto mismo sucede con el Programa de Reconstrucción. En las entrevistas sostenidas con dichas instituciones –y también con la DGDySE–, se comentó que no hubo coordinación entre ellas; de hecho el INVI y la Comisión de Reconstrucción no sabían que formaban parte del Programa *Ciudad Solar*, ni conocían las metas comprometidas.

Por su parte la SEDEMA y la SEDUVI no estuvieron involucradas en este eje estratégico, y las alcaldías, si bien también instalaron calentadores solares con sus presupuestos participativos, tampoco tuvieron vinculación alguna con el *Programa*. La falta de un mecanismo de comunicación, coordinación y de seguimiento de avances en el cumplimiento de las metas establecidas en *Ciudad Solar* dificultó la generación de sinergias entre las propias instituciones y entre las políticas de fomento a la vivienda y cambio climático, y no hace posible sumar los esfuerzos que se realizan en varios frentes, para reportar los resultados de dicha estrategia de sustentabilidad energética. Esta es una muestra del diseño e implementación de políticas sin una visión integral e interinstitucional para enfrentar el cambio climático.

- **Eficacia/efectividad**

La evaluación del grado de cumplimiento de los objetivos establecidos en *Ciudad Solar* en este eje estratégico y de su impacto no fue posible porque no se contó con la información necesaria para ello. Como se ha mencionado con anterioridad, no se dispuso de la información de las 25,053 viviendas que se mencionan en los TdR que fueron beneficiadas con esta tecnología, y solo se pudo constatar la instalación en 9,138. Las bases de datos, tanto de la Comisión de Reconstrucción como del INVI tienen deficiencias, tales como la inclusión de las mismas personas beneficiadas en varios años, lo que provoca duplicidades; incluyen viviendas que ya han sido asignadas, pero que todavía no están habitadas, por lo que no se puede conocer el impacto que han tenido en las vidas de las personas; la información está agregada por colonia, pero no por predio, entre otros aspectos.

Por lo anterior, se concluye que este eje estratégico tuvo deficiencias importantes en el logro de los objetivos que se plantearon al inicio de la presente administración en el Programa *Ciudad Solar*.

- **Eficiencia**

Para este Eje estratégico, la SEDECO no contó con personal, ni con recursos económicos y, por lo mismo, no le dio seguimiento. Las actividades que se han podido llevar a cabo son producto del trabajo que han realizado el INVI, la Comisión de Reconstrucción y algunas alcaldías, como parte de sus responsabilidades, independientemente de *Ciudad Solar*. En este contexto, si bien dichas instituciones

asignaron recursos, tanto económicos como humanos para implementar sus programas, se considera que este eje tuvo deficiencias en la asignación de los recursos porque no se pudieron constatar los montos de inversión ni el número de viviendas apoyadas.

Adicionalmente, cabe mencionar que en la Ciudad de México la escasez de agua está provocando una desigualdad hídrica, ya que muchas colonias tienen cada vez menos acceso a este recurso y su abastecimiento está siendo más costoso, con efectos negativos para las poblaciones más marginadas. Son habituales los recortes de agua en la Ciudad, principalmente en los periodos de sequía. Por ello, uno de los aspectos que se deben considerar para que sea eficiente el funcionamiento de los sistemas de calentamiento solar de agua en viviendas, es la existencia de un flujo constante e ininterrumpido de este líquido; la falta de suministro provoca que los equipos no funcionen bien, principalmente los de tubos que son los que más se han instalado con los apoyos gubernamentales en la CDMX. Por ello es necesario que, antes de instalarlos, se analice si la vivienda cuenta con las condiciones adecuadas para asegurar que su funcionamiento sea eficiente.

- **Utilidad**

Ni la Comisión de Reconstrucción, ni el INVI han evaluado el impacto ambiental, social o económico que ha tenido la instalación de los sistemas de CSA en las viviendas que han apoyado. Esto debido a que sus objetivos están centrados, como se mencionó con anterioridad, en dotar de viviendas a personas con altos niveles de rezago social. No obstante, ambas instituciones manifestaron estar seguras de que la instalación de estos sistemas en las viviendas ha generado beneficios para las familias, debido a los ahorros en el consumo de gas que han tenido. Por su parte, de las 85 personas beneficiarias que fueron entrevistadas, todas comentaron que tuvieron ahorros en el consumo de gas, gracias a los calentadores solares y el 70% está altamente satisfecha con la iniciativa y es consciente de que, con esta medida, aporta a la mitigación del cambio climático.

Por lo anterior, se puede concluir que, si bien el Programa *Ciudad Solar* no ha tenido el alcance que se esperaba al inicio de la administración, quienes han sido beneficiados con la instalación de un calentador solar están altamente satisfechos con los resultados y consideran necesario seguir promoviendo estas acciones para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en la CDMX.

Además, es importante mencionar que en este eje se identificaron algunas situaciones no esperadas. Como se mencionó anteriormente, el abastecimiento constante de agua es uno de los graves problemas que tiene la ciudad. Según la Comisión de Reconstrucción, en demarcaciones como Iztapalapa y Tláhuac, que tienen problemas de disponibilidad de agua, no se instalaron calentadores pues no contaban con las condiciones señaladas. De hecho, algunas de las personas aprobadas para recibir el apoyo del *Programa*, al ver que estas tecnologías no eran idóneas para sus viviendas, sugirieron instalar otro tipo de ecotecnias, como sistemas de captación de agua de lluvia, que serían más útiles para resolver las necesidades de agua en sus hogares.

- **Sostenibilidad**

Los calentadores solares que se instalaron en viviendas de la CDMX continuarán brindando beneficios en los siguientes años. Como se ha dicho, la vida de estos equipos es de 20 años, por lo que las personas

que hoy hacen uso de ellos, seguirán teniendo ahorros por un periodo largo. Dados esos beneficios y los instrumentos legales y de planeación existentes en el país y en la Ciudad que los sustentaba, es muy probable que los apoyos para la adquisición y el mejoramiento de la vivienda en la CDMX continúen en los siguientes años, con lo que contribuirán a fortalecer las políticas climáticas.

No obstante, los equipos requieren mantenimiento y también se llegan a descomponer, lo cual hace necesario que las familias cuenten con recursos para mantenerlos en buenas condiciones y/o para arreglarlos en caso que se requiera. Según algunas de las personas entrevistadas, en la mayoría de los casos, cuando un equipo se descompone, se suele desechar en las azoteas, porque no existen programas de apoyo para el mantenimiento y/o reparación, ni para el acopio o reciclaje de los calentadores que han llegado al final de su vida útil.

- **Equidad e igualdad de género**

Las condiciones de habitabilidad de una vivienda determinan, en gran medida, la calidad de vida de las personas que residen en ella. El desafío es lograr que éstas se adecuen a las características económicas, culturales, tecnológicas y ambientales de los hogares y a las necesidades de sus habitantes. Por ello, las medidas para su adquisición y mejoramiento deben tomar en cuenta los roles de género, ya que las mujeres son quienes más utilizan los espacios domésticos, son responsables del cuidado de las personas que habitan los hogares, de la alimentación y, en muchos casos, son quienes están al frente de éstos. Esto se pudo constatar en el trabajo de campo, donde la mayoría de las personas que contestaron la encuesta fueron mujeres, por ser quienes se encuentran generalmente en los hogares durante el día. Esta situación, para fines de medir los impactos de este sistema en hombres y mujeres, puede llevar a un sesgo de género.

No obstante que en este eje no se consideró el enfoque de género, la mayoría de las mujeres que respondieron la encuesta dijo que el contar con un calentador solar que le evita tener que calentar el agua, destinar tiempo para ir a conseguir el tanque de gas, entre otros aspectos, le ha ayudado a reducir sus cargas de trabajo y les ha dado mayor calidad de vida. Este es un impacto no esperado por *Ciudad Solar* que vale la pena destacar.

- **Impactos económicos, sociales y ambientales**

Mediante las entrevistas aplicadas para conocer la opinión de las personas beneficiadas se pudo comprobar que el uso de dichos equipos solares ha tenido un impacto económico importante para las familias. Casi todas (95%) dijeron que han tenido una disminución considerable en el uso de gas porque utilizan el agua caliente para bañarse y ahora sólo requieren ese combustible para cocinar. Más de la mitad dijo haber ahorrado entre 50 y 74% en la compra de gas y 20% adicional reportó ahorros del 25 al 49%. Asimismo, el contar con un calentador solar le ha permitido a la mayoría de las personas entrevistadas, que fueron principalmente mujeres, disminuir cargas de trabajo en el hogar y tener más tiempo para realizar otras actividades de importancia para la vida familiar, lo que constituye un impacto social que vale la pena señalar. Adicionalmente, se identificó que el contar con un CSA tiene el potencial de cambiar hábitos y conductas que pueden tener impactos ambientales positivos: las personas se vuelven más conscientes de la importancia de utilizar de manera más eficiente el agua caliente, lo que hace que dediquen menos tiempo al baño y se ahorre agua.

Respecto del impacto de esta acción en la disminución de emisiones de GEI, esto no se pudo constatar con la información de la que se dispuso. Ni el INVI ni la Comisión de Reconstrucción evalúan los impactos sociales, ambientales o económicos que generan los calentadores solares, porque ello no es su atribución y su interés está puesto en el mejoramiento de las viviendas. Sin embargo, como se ha dicho en los puntos anteriores de estas conclusiones, cualquier acción que sustituya el uso de combustibles fósiles por energías limpias como la solar, evita la emisión de GEI y eso tiene un impacto ambiental positivo. Además, el uso de estos equipos disminuye las fugas en las instalaciones de gas, que son también una fuente importante de contaminación en el Valle de México.

Considerando que la Ciudad de México tiene 2.8 millones de viviendas y suponiendo que en efecto se han instalado estos sistemas en 25,000 viviendas en los últimos años, que representan el 0.1% del total, el impacto ambiental de este eje del Programa *Ciudad Solar* se considera mínimo.

VI.4 Eje 4. Generación eléctrica con SFV

El objetivo de este Eje estratégico es producir energía eléctrica mediante la instalación de celdas solares en edificios públicos del gobierno de la CDMX y en mercados, así como en la CEDA. Las medidas utilizadas son: generación distribuida⁹⁴ en los primeros y generación a mediana escala⁹⁵ en la CEDA.

Las metas que se plantearon y los resultados alcanzados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla VI.4.1 Metas 2019-2024 en edificios del Gobierno de la CDMX y avances al 2023.

Meta	Reducción de emisiones de CO ₂ e	Avance de la meta al 2023
Instalación de sistemas fotovoltaicos en 300 edificios públicos del Gobierno de la Ciudad de México.	2,360 toneladas para el año 2024.	2 sistemas instalados en edificios de la SEDECO y 3 en la Secretaría de Inclusión y Bienestar Social (SIBISO).

Fuente: Elaboración propia. El avance de la meta lo reportó la DGDySE.

⁹⁴ La generación distribuida, conocida como “techos solares” es definida en la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) como aquella realizada por un generador exento. Esto, según la misma ley, corresponde a proyectos de generación que estén por debajo de una capacidad de 500 kW que, visto en términos de paneles solares, corresponde a una instalación de alrededor de 1,200. Cualquier proyecto que esté por debajo de ese umbral solo tiene que realizar el proceso de interconexión con la CFE para poder operar (Líder, 2022).

⁹⁵ Según la “Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide las Reglas generales de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional para generadores o permisionarios con fuentes de energías renovables o cogeneración eficiente”, la generación en mediana escala es aquella con capacidad menor o igual a 500 kW y tensión mayor a 1 y menor a 69 kV (CRE, 2012). Sin embargo, la DGCySE -SEDECO informó que esta definición se refiere al rango de generación que no requiere de mecanismos para participar en el mercado eléctrico, lo cual no corresponde con la II y III etapa de la CF-CEDA. Por ello, en el contexto de dicho proyecto, la generación en mediana escala se considera como aquella con capacidad mayor a 500 kW.

Tabla VI.4.2 Metas 2019-2024 del Sistema Fotovoltaico en la CEDA y avances al 2023.

Meta	Reducción de emisiones de CO ₂ e	Avance de la meta al 2023
Conclusión de la planta fotovoltaica en la CEDA a finales de 2022.	13,550 toneladas al año	372 toneladas de CO ₂ e en las naves de generación distribuida.
Ahorros anuales de hasta 73.5 millones de pesos		3.5 millones de pesos

Fuente: Elaboración propia. Los avances de las metas los reportó la DGDySE.

Actividades realizadas en edificios públicos y mercados

Según la SEDECO, la instalación de techos solares en edificios de la administración pública permitirá la reducción promedio de 34 toneladas de CO₂ al año por edificio, bajo un esquema de generación distribuida con una capacidad de 50 kWp por sistema, lo cual producirá ahorros en el consumo de electricidad de alrededor de 250 mil pesos al año por edificio (SEDECO, 2022e).

Para instalar los techos solares la DGDySE realizó estudios de factibilidad en más de 200 edificios considerando los siguientes criterios: a) Propiedad y uso del inmueble; b) Potencial fotovoltaico para el autoconsumo (alto consumo de energía y tipo de tarifa); c) Evaluación de área disponible en techos (imágenes de satélite y visitas al sitio); d) Evaluación del sistema eléctrico actual (visitas al sitio), y con esa información confirmó la factibilidad de 98 edificios (SEDECO, 2022e).

Gran parte de las visitas técnicas a los edificios se hicieron con el apoyo del Subprograma de Compensación a la Ocupación Temporal (COT) de la Secretaría del Trabajo y Fomento al Empleo, donde participaron 15 egresados de diversas especialidades. Este Subprograma otorga un incentivo económico por 3 meses a personas que colaboran temporalmente en diversos proyectos públicos y comunitarios. De esta manera, esta iniciativa generó empleo verde temporal para favorecer la generación de capacidades en los beneficiarios y mejorar sus oportunidades laborales.

Adicionalmente, la DGDySE promovió esta actividad con las dependencias del gobierno de la Ciudad con viabilidad de instalar SFV: llevó a cabo reuniones interdependenciales; realizó videoconferencias cuando esto fue necesario por motivo del COVID; les envió cotizaciones para que aquellas donde era factible instalar los SFV solicitaran presupuesto para la adquisición de los equipos; buscó mecanismos de financiamiento a través de empresas y organismos como Nafinsa, Bancomext y FIDE; se acercó a la Secretaría de Administración y Finanzas (SAF) para solicitar la apertura de partidas y/o la autorización para que las dependencias pudieran instalar los SFV con cargo a los ahorros generados, entre otras actividades. Esto último no fue aceptado por la SAF por considerarlo adquisición de deuda.

A la fecha se encuentran en operación dos Sistemas Fotovoltaicos (FV) en las azoteas de dos edificios de la SEDECO donde, en diciembre de 2019, se instalaron 250 módulos fotovoltaicos: 128 módulos de 370 Watts (47.3 kWp) en uno de sus edificios, y 122 módulos de 370 Watts (45.1 kWp) en el otro. También se instalaron celdas fotovoltaicas en tres edificios de la SIBISO: el Centro de Asistencia e Integración Social (CAIS) “Atlampa” y el CAIS “Cuemanco”, ambos en la Alcaldía Coyoacán, y el Centro de Desarrollo para el Envejecimiento (CEDE) “La Espiga” en Iztacalco.

En lo que corresponde a los mercados públicos, se han instalado SFV en 7 mercados a través de la Acción Institucional para el Fomento y Mejoramiento de los Mercados Públicos de la Ciudad de México, y con la asesoría del Programa Ciudad Solar. Estos tienen una capacidad de 350kW y se ubican en la alcaldía Milpa Alta (San Antonio Tecomitl, San Pablo Oztotepec y San Pedro Atocpan), en la alcaldía Gustavo A. Madero (Gabriel Hernández, Progreso Nacional y San Felipe de Jesús), y en la alcaldía Tlalpan (Mercado Villa Coapa). Se estima que cada uno ha ahorrado hasta 68 mil pesos bimestralmente. En entrevistas realizadas con servidores públicos de la SEDECO se informó al grupo consultor que el limitado avance en la generación de energía solar en mercados públicos obedece al hecho de que éstos están a cargo de las alcaldías, las cuales frecuentemente tienen necesidades de modernización de su infraestructura eléctrica que son percibidas como más urgentes que la instalación de dispositivos de generación de energía limpia. Dada esta situación, durante el proceso de la evaluación no fue posible obtener información más actualizada, y no se pudo establecer contacto con las alcaldías para realizar entrevistas a profundidad.

Actividades realizadas en la CEDA

Si bien el proyecto de construcción de la planta solar fotovoltaica en la CEDA inició en 2019 y, según el *Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México. 2019-2024*, estaría concluida a finales del año 2022, fue hasta febrero de 2022 que, mediante licitación pública realizada por la CFE, se adjudicaron los trabajos para realizar la primera etapa que comprende la instalación de dos sistemas fotovoltaicos de Generación Distribuida (SFV-GD 01 y 02) de 500 kWp cada uno, lo cual se concluyó en el primer trimestre de 2023. Con esas dos plantas, en su primer año de operación se ha generado un total aproximado de 1.5 GWh con un promedio de ahorro económico del orden de 3 millones de pesos en los gastos de electricidad de las áreas comunes de la CEDA. La segunda fase, que comprende una Central Fotovoltaica de 8 MWp se licitó en noviembre de 2022 y se estima concluir con pruebas operacionales en el último trimestre de 2023. Los trabajos de la tercera etapa se gestionaron durante en el último trimestre de 2022, e iniciaron en el segundo trimestre de 2023, esperando realizar las pruebas operacionales en los últimos meses de 2023 y que la planta esté en operación en 2024.

En la entrevista realizada a la SEDECO, se indicó que los retrasos se debieron, entre otros aspectos, a que fue necesario impermeabilizar los techos donde se colocarían los paneles, y hacer modificaciones para salvaguardar la seguridad estructural y cumplir con los requisitos del Instituto para la Seguridad de las Construcciones de la Ciudad de México, una vez que se recibió el recurso del FOTEASE y se pudieron iniciar los estudios técnicos y las intervenciones necesarias.

Dado que el desarrollo del proyecto está en manos de la CFE y el FICEDA, no se tuvo acceso a más información que la que se encuentra disponible en páginas y en documentos oficiales.

Resultados del trabajo de campo

Para la evaluación de este Eje se realizaron entrevistas a la DGDySE, que es responsable de *Ciudad Solar* y que también es beneficiaria de la instalación de la tecnología solar en sus edificios. Asimismo, se realizó una entrevista a la SIBISO, para conocer su experiencia en la materia.

- **Resultados de las entrevistas a la SEDECO**

Los principales elementos de la plática sostenida con la Dirección de Promoción, Seguimiento y Desarrollo de Proyectos (DGSDP) de la SEDECO se resumen en la siguiente tabla.

Tabla VI.4.3 Resultados de la entrevista realizada a la SEDECO.

Tema	Respuestas
Planeación y capacidades institucionales	<ul style="list-style-type: none"> • Las actividades de generación eléctrica en edificios públicos cuentan con lineamientos de operación, pero estos no fueron publicados en la GOCDMX. • Se hizo una amplia difusión y mesas de trabajo con las dependencias del gobierno de la CDMX, pero no todos sus edificios cumplían las condiciones para la instalación de estos sistemas de generación de energía. • Los recursos humanos fueron altamente eficientes, pero en términos financieros hubo deficiencias porque se redujo el presupuesto debido a la pandemia. • Respecto a la planta solar en la CEDA, las actividades iniciaron en el año 2019, pero fue hasta el 2020 cuando se le asignó a la DGSDP, como parte del Programa <i>Ciudad Solar</i>. Se trabajó previamente con el FICEDA para que ellos pudieran hacer la socialización del proyecto en la comunidad de la CEDA. • Si bien la SEDECO cuenta con una Dirección General que atiende a mercados, la DGDySE desconoce la situación que priva en esas instalaciones.
Impactos en los edificios de la SEDECO	<ul style="list-style-type: none"> • En los edificios de la SEDECO los sistemas fotovoltaicos no han tenido fallas y los ahorros económicos son elevados. No obstante, se desconoce en qué se han utilizado esos ahorros pues son administrados por la Secretaría de Administración y Finanzas de la CDMX. • Los resultados que se han obtenido hasta ahora se han socializado en reuniones con Cámaras, eventos del sector, foros virtuales, entre otros.
Cumplimiento de metas	<ul style="list-style-type: none"> • La meta inicial del Eje no se cumplió, pues se tenían contemplados 40 edificios por año. • Esto también evitó alcanzar la meta en la reducción de emisiones de CO₂. • En la CEDA no se ha logrado cumplir con las metas anuales programadas respecto a la construcción de la planta fotovoltaica, debido a cambios en el diseño de los bastidores y la necesidad de impermeabilizar antes de instalar los paneles.
Evaluación y sostenibilidad del Programa	<ul style="list-style-type: none"> • En los edificios públicos en donde se instalaron las celdas solares hubo resultados positivos. • La DGDySE tiene planeado dejar el listado de los edificios analizados y un manual, y compartir la experiencia con otras entidades y con el gobierno federal para impulsar su continuidad. Está trabajando en el desarrollo de un modelo de negocios que pueda fortalecer esta actividad en los próximos años. • En el caso de la CEDA se espera que en el periodo 2022-2023 se generen alrededor de 400 empleos por la construcción de la obra.
Retos, oportunidades y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario difundir los beneficios de los techos solares para que las personas los conozcan y confíen en estas iniciativas que ofrecen resultados positivos a corto plazo. • La instalación de SFV requiere de grandes inversiones. En México no se tiene la cultura del financiamiento a largo plazo, los gobiernos locales no cuentan con las capacidades para gestionar recursos para estas iniciativas y las áreas administrativas solo manejan recursos anuales. • Se deben dar a conocer los ahorros económicos que se obtienen con el uso de la energía solar, principalmente a las áreas administrativas de las dependencias. • Si bien es satisfactorio el sistema de paneles solares en la CEDA, es recomendable realizar ajustes que eviten cualquier interrupción en el servicio de energía para que los locatarios puedan mantener sus actividades comerciales sin problemas.

Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas obtenidas en la entrevista.

- **Resultados de la entrevista a la SIBISO**

Para conocer la experiencia de esa dependencia como beneficiaria de la instalación de SFV se entrevistó a la Subdirección de Seguimiento Operativo del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS), que es el área a cargo de esta actividad.

Tabla VI.4.4 Resultados de la entrevista realizada a la SIBISO.

Tema	Respuestas
Planeación y lineamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Durante el proceso de planeación que realizó la dependencia en 2021 encontraron la publicación del Programa <i>Ciudad Solary</i> se acercaron a la SEDECO porque querían que sus albergues fueran autosustentables, y esperaban poder utilizar los ahorros para comprar medicamentos. La SEDECO les ofreció la asesoría técnica que requirieron, la cual fue muy satisfactoria. • La SIBISO no cuenta con lineamientos para la instalación de SFV en sus edificios, sin embargo, cuenta con los del FAIS en los que cuales se especifica el tipo de ecotecnias que se pueden instalar. Dicho Fondo determina anualmente el tipo de proyectos que apoyará y todas las dependencias del gobierno de la Ciudad de México pueden solicitarlo.
Capacidad institucional	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre los recursos humanos para apoyar esta actividad, se señala que cada uno de los albergues donde se han instalado los techos solares tiene su propio equipo de mantenimiento.
Resultados e impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Se considera altamente satisfactorio el resultado de la instalación de celdas solares en los edificios de la Secretaría porque han funcionado de manera efectiva. • Se observó una reducción importante en el gasto de luz ya que antes de instalar el SFV pagaban 35 mil pesos al bimestre y ahora pagan entre 8 y 10 mil pesos, es decir, hubo un ahorro entre 70 y 80%. • Se desconoce cómo se han utilizado los ahorros ya que esa información la maneja la Secretaría de Administración y Finanzas de la Ciudad de México. • Se desconocen los impactos en la reducción de GEI ya que no tienen personal que pueda hacer estos cálculos y nadie se los ha requerido.
Evaluación y sostenibilidad del Programa	<ul style="list-style-type: none"> • Si bien no se han utilizado los ahorros en las necesidades de los albergues, se considera que el gobierno de la ciudad se beneficia, ya que el dinero se puede utilizar para otras actividades. • Se mantiene el interés de las autoridades de la SIBISO de continuar con estos proyectos ahorradores de energía. • Consideran probable que se pueda sostener en el tiempo este tipo de programas.
Retos, opiniones y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> • La continuidad de esta iniciativa dependerá de la planeación institucional y las decisiones de las autoridades para hacer la distribución de los recursos. • Se considera improbable instalar paneles solares en otros edificios de la SIBISO en el corto plazo debido al próximo cierre de la administración de gobierno. • Este año 2023 el recurso para continuar con la instalación de estos sistemas se destinó a otros usos (escuelas dañadas por el sismo de 2017). • Se considera necesario que la CFE agilice los trámites, ya que se tardan de 2 a 5 meses para concluirlos. Esto es porque se tienen que hacer dos contratos: uno de interconexión y otro para medidor bidireccional. Toda la gestión es muy complicada. • Se necesita más cultura en temas ambientales. En los albergues, si bien las personas que se encuentran ahí reconocen los beneficios de la energía solar, prefieren que el recurso se destine a alimentación u otros servicios. No conocen el tema de cambio climático ni reconocen la importancia de las energías renovables.

Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas obtenidas en la entrevista.

Hallazgos del Eje 4. Generación eléctrica

La Acción Institucional para la generación de energía eléctrica a partir de la instalación de celdas solares en edificios públicos, mercados y en la CEDA, y los beneficios colaterales para mejorar el Servicio de Transportes Eléctricos, es una medida pertinente, pero inacabada. De la meta de 300 edificios públicos, hasta la fecha solo se logró instalar celdas solares en dos edificios de la SEDECO y tres de la SIBISO, y no se ha concluido la construcción de la planta en la CEDA que, según el *Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México*, estaría terminada en el año 2022 (SEDEMA s/f.).

Uno de los principales problemas que se encuentran en este eje es la planeación y la forma como se fijaron las metas que, para los fines de esta evaluación, no permite conocer el impacto de las acciones. Por ejemplo, los retrasos en las obras de la CEDA se deben, en parte, a que no se identificaron previamente problemas en la seguridad estructural que hicieron necesario hacer cambios en el diseño de los bastidores, y también a que los techos requerían impermeabilizarse antes de iniciar la colocación de los paneles solares. Esto y otros obstáculos que se presentaron, llevaron a retrasar las obras y por ello todavía no se pueden evaluar los impactos de la instalación completa de la central de gran escala que sigue en proceso de construcción, amén de los beneficios esperados en el servicio de transporte eléctrico.

En el mismo sentido, tanto la SIBISO como la SEDECO señalaron que existía la expectativa de que los ahorros por el uso de energías renovables pudieran ser utilizados para desarrollar nuevas actividades o fortalecer otras, sin embargo, ambas dependencias señalan que desconocen el destino de esos ahorros dado que los maneja la Secretaría de Administración y Finanzas de la Ciudad de México. Esta situación puede estar desincentivando el que otras dependencias instalen los sistemas, ya que la inversión tiene que hacerse con su presupuesto que se les asigna anualmente, pero los ahorros no pueden utilizarse para mejorar la propia institución.

También se observa que, si bien se realizaron sesiones con el Comité Interdependencial de Desarrollo Económico en las que se daba seguimiento a los esfuerzos de la SEDECO y de otras secretarías para incorporar sistemas de energía solar en sus edificios, no existe un sistema de información pública que concentre lo que hacen los distintos actores que participan en esta actividad.

En la revisión de los documentos oficiales que se publicaron sobre este Eje se identificó que había una falta de rigurosidad en los contenidos. El portal de la SEDECO contiene documentos con diversas versiones de las metas y de los resultados obtenidos.

A pesar de todo lo anterior, se generaron beneficios porque se evitaron emisiones de CO₂, se obtuvieron ahorros económicos y se crearon algunos empleos verdes durante la pandemia, que fue un periodo en el que se vio afectado el mercado laboral.

Evaluación del impacto del Eje 4. Generación eléctrica

- **Relevancia/Pertinencia**

El objetivo de producir energía eléctrica a partir de la instalación de celdas solares en edificios públicos y mercados, y de implementar un sistema fotovoltaico a mediana escala en la Central de Abasto para el Servicio de Transportes Eléctricos (STE) es muy pertinente. Esta medida tiene el potencial de generar

impactos ambientales y de mitigación del cambio climático, sociales y económicos a nivel local y nacional, y con ello aportar a la transición y soberanía energética de la CDMX y del país. Desde el punto de vista ambiental y de cambio climático, el uso de energía solar disminuye la emisión de GEI⁹⁶ y mejora la calidad del aire de la Ciudad; en términos económicos, genera ahorros en el pago de la energía eléctrica⁹⁷, y en el uso de combustibles fósiles en el transporte, y con la construcción de la planta fotovoltaica se ha estimado la creación de 400 empleos verdes; en la parte social, se producen impactos indirectos en la salud de quienes habitamos en la CDMX debido al mejoramiento de la calidad del aire.

Actualmente se asienta más del 50% de la población del planeta en ciudades y se espera que para 2050 este porcentaje sea de alrededor del 67% (IPCC, 2018). En los centros urbanos se consumen más de las dos terceras partes de la energía del mundo y se genera poco más del 60% de las emisiones de GEI. Además, según el IPCC, los edificios son responsables de más de un tercio del consumo de la energía global y tienen un gran potencial para el ahorro de energía, no sólo con la implementación de medidas de eficiencia energética, sino también con el mejoramiento de sus instalaciones mediante aislamiento térmico y con la instalación de sistemas de generación eléctrica con energía solar. Para lograr una trayectoria que ayude a no superar el 1.5°C de calentamiento global antes de 2050⁹⁸, el parque inmobiliario mundial de ese año deberá emitir entre 80 y 90% menos emisiones con respecto a los niveles de 2010, lo cual requiere de la implementación de acciones de modernización energética en los edificios existentes y que los nuevos que se construyan tengan los menores consumos de energía posibles.

Por lo anterior, aprovechar las superficies de los edificios, en particular de aquellos de la magnitud de la CEDA, es una actividad que debe seguirse promoviendo para que nuestras ciudades sean más sostenibles y resilientes. El parque solar de la CEDA será el centro de generación de energía solar urbano más grande del mundo y sentará el precedente para el desarrollo de este tipo de proyectos en otras ciudades del país y del mundo.

- **Coherencia**

La implementación de este eje estratégico, según la *ELAC* y el *PAC CDMX* (SEDEMA s/f.a), es responsabilidad, tanto de la SEDECO como de la SEDEMA, que debían promover conjuntamente la instalación de SFV en edificios públicos, en mercados y en la CEDA. En el primer caso, como se mencionó anteriormente en este capítulo, la DGDySE de la SEDECO realizó un trabajo de gabinete y visitas técnicas al inicio de la presente administración para identificar los edificios propiedad de las dependencias del gobierno de la Ciudad que tuvieran altos consumos de energía eléctrica y en los cuales fuera factible y conveniente instalar SFV. De un análisis de más de 200 edificios públicos, se confirmó la factibilidad de 98.

También la DGDySE-SEDECO realizó reuniones y mesas de trabajo con las dependencias del gobierno de la CDMX que podrían sumarse a la estrategia de sustentabilidad energética, para invitarlas a

⁹⁶ Se espera que la generación de energía solar en la CEDA disminuya alrededor de 13,100 toneladas anuales de CO₂, lo que equivale al consumo de poco más de 23,000 barriles de petróleo y, considerando que la instalación tendrá una vida útil de 30 años, se estima que se habrán dejado de emitir más de 342,000 toneladas netas de GEI, lo que equivale al carbono absorbido por 29,061 árboles de pino de la especie *Pinus Ayacahuite* de 50 años (Gobierno de la CDMX, 2023).

⁹⁷ En la CEDA se estiman ahorros de hasta 73.5 millones de pesos.

⁹⁸ A la tasa actual de calentamiento de 0.2°C por década, se espera que el calentamiento global llegue al 1.5°C adicional entre 2030 y 2052.

gestionar los recursos económicos necesarios para instalar los sistemas solares. Sin embargo, debido a que el presupuesto de la administración pública local está sujeto a la aprobación de la Jefatura de Gobierno y de la Secretaría de Administración y Finanzas, y que no fue posible modificarlo para llevar a cabo esta actividad, solo se instalaron SFV en cinco edificios del gobierno de la CDMX.

En el caso de la SIBISO ello fue posible porque los recursos económicos fueron provistos por el FAIS que tiene como objetivo financiar obras y acciones de infraestructura social básica para beneficiar directamente a la población en pobreza extrema y que se asienta en localidades con alto o muy alto grado de rezago social. Dicho fondo apoya la instalación de ecotecnias, entre las que se encuentran los paneles fotovoltaicos para generar energía eléctrica⁹⁹.

En el caso de los mercados, la SEDECO, a través de la Dirección General de Abasto, Comercio y Distribución (DGACyD), implementa la “Acción Institucional para potenciar proyectos de remodelación, de reconstrucción, rehabilitación y modernización de los mercados públicos” más allá de la asignación de recursos para su mantenimiento o reparación que realizan las alcaldías, que son las responsables de los mercados públicos de su demarcación. En el Acuerdo por el que se dan a conocer dicha acción institucional y sus lineamientos de operación (SEDECO, 2022f) se reconoce la necesidad de redoblar los esfuerzos iniciados en 2019 y 2021 para rehabilitar mercados afectados por los sismos de 2017, enfocando los recursos para la seguridad de los inmuebles, la incorporación de nuevas tecnologías e impulsar el uso eficiente de la energía, además de reutilizar las aguas pluviales y aprovechar la energía solar. Para ello la DGACyD-SEDECO dio apoyos a las alcaldías, en un esquema donde dicha dependencia aportaba hasta el 60% del valor total del proyecto, que no debía exceder el monto máximo de \$15,000,000.00 (quince millones de pesos 00/100 M.N.) y las alcaldías por lo menos el 40% (cuarenta por ciento). No obstante lo señalado anteriormente, según personal de la DG antes mencionada, esos apoyos no fueron utilizados para instalar SFV en los mercados, ya que las decisiones respecto de los proyectos que se instrumentan corresponden a las alcaldías, que son autónomas. Actualmente existen 7 mercados que cuentan con esta tecnología, pero la SEDECO no tiene la información relativa a la operación de sus SFV y sobre los beneficios obtenidos.

Por último, en relación a la CEDA, la SEDECO se coordina con el FICEDA y la CFE, con quienes mantiene reuniones periódicas para el seguimiento de la construcción de la planta.

El hecho de requerir el involucramiento y la participación de diversos actores del gobierno de la CDMX para llevar a cabo las actividades que conlleva la implementación de este estratégico, tales como la Jefatura de Gobierno (que fija las prioridades y autoriza el ejercicio de los recursos), la Secretaría de Administración y Finanzas (que asigna los presupuestos a las dependencias) las alcaldías (que son autónomas), la SEDEMA (como responsable del *PACC*), la SEDECO (a cargo de la estrategia de transición energética), el FICEDA (de carácter privado), dificultó la coordinación.

⁹⁹ El FAIS es uno de los cinco fondos del Ramo 33 Aportaciones Federales para Entidades Federativas y Municipios del Presupuesto de Egresos de la Federación. La Secretaría de Bienestar es la dependencia que lo coordina; los recursos se distribuyen a través de una fórmula que establece el artículo 34 de la Ley de Coordinación Fiscal y son administrados por las 32 entidades federativas. Contempla ocho rubros generales que son: agua potable, alcantarillado, drenaje y letrinas, electrificación, infraestructura básica del sector educativo, infraestructura básica del sector salud, mejoramiento de la vivienda, y urbanización. Cuenta con un catálogo con 148 obras que pueden realizarse con dichos recursos. Consultado en: <https://www.gob.mx/bienestar/7Cfais/acciones-y-programas/el-fondo-de-aportaciones-para-la-infraestructura-social#:~:text=El%20FAIS%20tiene%20como%20objetivo,rezago%20en%20infraestructura%20social%20b%C3%A1sica>

Además, al igual que en otros ejes de *Ciudad Solar*, la falta de una visión de conjunto para el logro de objetivos comunes, así como la inexistencia de un mecanismo de gobernanza y de seguimiento hace que no se potencien ni se aprovechen las sinergias y vinculaciones que se han generado. Ni siquiera al interior de la SEDECO se dio la coordinación necesaria entre sus Direcciones Generales para fortalecer la estrategia de sustentabilidad energética en los mercados, lo cual representa una oportunidad que habrá que aprovechar de mejor manera en el futuro.

- **Eficacia/efectividad**

Como se mencionó en el punto anterior, los objetivos que se planteó este eje estratégico no se lograron. De los 300 edificios públicos del gobierno de la CDMX en los que se esperaba instalar SFV sólo cinco cuentan hoy con esta tecnología. Ello ha hecho que tampoco se hayan logrado los ahorros, que se estimaron en 61 mdp al año. Cabe señalar que el alcance de las actividades previstas en este eje dependía de que las dependencias que contaban con edificios con potencial para instalar SFV destinaran presupuesto para ello, lo cual se vio afectado no sólo por la imposibilidad de hacerlo con cargo a sus ahorros, sino también por la aparición de la pandemia por COVID-19 que hizo necesario asignar recursos a actividades que no se tenían previstas y modificar algunas de las prioridades establecidas al inicio de la administración.

Por su parte, la Central Fotovoltaica de la CEDA, que se esperaba estuviera concluida a finales del año 2022 (SEDEMA s/f), también ha tenido retrasos. En diciembre de 2023 sólo se ha concluido la Fase I.

- **Eficiencia**

Para lograr los mejores resultados en los dos componentes de este eje era necesaria una adecuada planeación y la distribución de responsabilidades sobre los recursos financieros y humanos que se requerirían para el desarrollo de las acciones.

El análisis de los edificios públicos que realizó la DGDySE-SEDECO para determinar la viabilidad y conveniencia de instalar SVF para disminuir el gasto en energía eléctrica del gobierno de la CDMX requirió de la asignación de personal que dedicó tiempo y esfuerzo a esta actividad que no tuvo los resultados que se plantearon al inicio de la administración.

Al no haber logrado el apoyo de la Secretaría de Administración y Finanzas y de las dependencias del gobierno de la CDMX para asegurar la disponibilidad de los recursos financieros necesarios para la instalación de los techos solares en los edificios seleccionados, no se contó con presupuesto para esta actividad, y tampoco se pudieron aprovechar los ahorros generados para resolver otras necesidades y tener un impacto positivo en las dependencias que los instalaron.

En el caso de los mercados públicos, pese a que se contaba con apoyo financiero de la Acción Institucional para el fomento y mejoramiento de los mercados públicos de la Ciudad de México, la falta de interés y/o conocimiento de los beneficios ambientales y económicos de estas acciones por parte de las alcaldías, llevó a que los recursos no se utilizaran para los fines que tenía previsto el Programa *Ciudad Solar*.

Finalmente, debido a que no ha concluido la instalación de estos sistemas en la CEDA, no se puede evaluar aún su rendimiento en términos financieros, ni los impactos previstos en la disminución de

emisiones. A la fecha se registra una disminución de 731 ton de CO₂e por la operación de los dos sistemas de generación distribuida concluidos en 2023, lo cual representa un porcentaje muy bajo con respecto a lo esperado.

- **Utilidad**

Dada la situación en la que se encuentra la implementación de este eje estratégico, se puede afirmar que los resultados cuantitativos que se han obtenido hasta la fecha no responden a los esperados y en este momento resulta inviable hacer una evaluación de su impacto económico, social y ambiental. Si bien las dependencias donde se ubican los edificios públicos que cuentan con SFV están satisfechos con los logros que ello les ha significado, el bajo número de equipos instalados no es suficiente para hablar de un impacto significativo en la disminución de emisiones de GEI en la Ciudad, o en su economía. Además, el hecho de que las dependencias que han generado ahorros en sus recibos de luz no puedan utilizarlos para su propio beneficio, tampoco les genera mejoría, lo cual no ayuda a motivar a otras instituciones a que destinen recursos de su presupuesto para esta actividad.

No obstante lo anterior, con la experiencia de los SFV que se pudieron instalar en los edificios públicos ya señalados, la DGDySE pudo confirmar la viabilidad de modelos financieros, administrativos, jurídicos y organizativos que ha desarrollado y probado a lo largo de los años de implementación del *Programa* para entornos de baja liquidez presupuestal y con corto endeudamiento.

- **Sostenibilidad**

La sostenibilidad de este eje presenta riesgos significativos en el caso de la instalación de SFV en edificios públicos. Debido a la forma como opera la administración pública, las dependencias de gobierno no son independientes en el ejercicio de sus presupuestos, es decir, requieren de autorizaciones, tanto de la Jefatura de Gobierno como de la Secretaría de Administración y Finanzas de la CDMX para ejercerlo en actividades como la instalación de SFV en sus edificios. Además, los presupuestos se tienen que utilizar en el año fiscal y muchos proyectos de transición energética requieren de financiamiento durante varios años. A decir de las personas entrevistadas de la DGDySE-SEDECO, la estructuración de este tipo de proyectos lleva alrededor de 6 años y los beneficios se manifiestan en el mediano y largo plazo. También es importante mencionar que las áreas administrativas generalmente no están abiertas a instrumentar proyectos novedosos y son reticentes a gestionar recursos para éstos, lo que dificulta aún más su concreción. Por último, cabe señalar que generalmente los recursos para proyectos de largo plazo que implementan los gobiernos son provistos por organismos internacionales como el BID o el Banco Mundial y son clasificados por las autoridades financieras como deuda. Esto, en el contexto de la política federal y local de la presente administración de “no endeudamiento” dificulta la disponibilidad de recursos para el desarrollo de proyectos de energía solar.

En el caso de la planta FV en la CEDA, la sostenibilidad del proyecto tiene algunos riesgos para su continuidad. Al tratarse de un proyecto emblemático de propiedad privada, en el que ya se han hecho inversiones importantes y con el cual se lograrán impactos económicos considerables en el corto, mediano y largo plazo, es muy factible que continúe su operación. Sin embargo, aún se está analizando el modelo de negocio y aspectos regulatorios del mercado eléctrico para asegurar que la electricidad

que se produzca en la CEDA se pueda vender a un precio competitivo al Servicio de Transportes Eléctricos, y que ello le genere ingresos adicionales y mayores beneficios a la Central.

- **Equidad e igualdad de género**

El tema de género no se está considerado en este eje estratégico, por lo que no se puede evaluar si su implementación mejoró las condiciones de vida de las mujeres.

- **Impactos económicos, sociales y ambientales**

Como se ha mencionado en los apartados anteriores, los resultados de este eje son muy inferiores a los esperados. El hecho de que solo 5 edificios públicos cuenten con SFV que están funcionando de manera adecuada, y que la planta solar de la CEDA no se encuentre aún en operación en su totalidad, permite afirmar que los impactos económicos, ambientales y sociales de este eje estratégico al momento de la evaluación, son mínimos. No obstante, es importante reconocer que en el proceso de identificación de edificios públicos con factibilidad para instalar SFV y en la construcción de la primera fase de la planta solar se generaron algunos empleos verdes.

VI.5 Eje 5. Planta de biodiésel

Este Eje busca la reutilización de aceites comestibles de desecho provenientes de comercios dedicados a la venta de alimentos preparados para transformarlos en un biocombustible amigable con el medio ambiente. Esto en alineación con los ejes 2 “Ciudad sustentable” y 6 “Ciencia, innovación y transparencia” del *Programa de Gobierno 2019-2024* y el Eje 3 “Basura cero” del *Programa de Acción Climática de la CDMX 2021-2030* que promueve un enfoque de economía circular que busca reducir el desperdicio, promover la reutilización y el reciclaje de recursos, con el impulso de la innovación y la tecnología para avanzar hacia una ciudad más sostenible y amigable con el medio ambiente.

Dicho objetivo derivó del análisis de la situación que prevalecía en la CEDA, donde se observó que las cocinas y restaurantes utilizaban una gran cantidad de aceite que al terminar su vida útil no se trataba, ni se manejaba o almacenaba de forma correcta y se desechaba a la red de drenaje, provocando con ello contaminación del agua (FICEDA, 2021). Para atender esta problemática, el gobierno de la CDMX, a través de la SEDECO en coordinación con SECTEI y SEDEMA, impulsó la instalación de una planta productora de biodiesel con capacidad para transformar dos lotes diarios de 1,550 litros de aceite vegetal usado en un combustible amigable con el medio ambiente. Con ello se sustituiría el uso de diésel fósil y se reducirían las emisiones de gases contaminantes (SEDEMA, s/f.a).

Las metas que se plantearon para esta actividad y los resultados alcanzados a la fecha se muestran en la siguiente tabla:

Tabla VI.5.1 Metas 2019-2024 del Eje 5 y avances al 2023.

Meta	Avance de la meta al 2023
Producción de biodiésel: 2.1 millones de litros anuales	Actualmente se producen 360,000 litros de biodiésel al año
Mitigación meta al año 2024 se prevé que sea de 4,675 toneladas de CO ₂ e equivalente al año (sic).	No hay información disponible
6 mil ton de CO ₂ mitigadas al año (Metas 2019-2024)	1,000 t/año

Fuente: elaboración propia. El avance de las metas fue proporcionado por la DGDySE.

Actividades realizadas

La planta de biodiesel es un proyecto de innovación tecnológica. Por ello, y dadas las atribuciones y recursos con que contaba la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México (SECTEI), el 25 de octubre de 2019 se firmó un Convenio de asignación de recursos entre la SECTEI y el FICEDA para realizar el proyecto “Implementación de un laboratorio de innovación en bioenergía en la CEDA. Fase I: implementación de una planta de biodiesel con tecnología IPN-GBD-1000” (FICEDA-SECTEI, 2019) El recurso de SECTEI fue aportado a fondo perdido. El 22 de noviembre del mismo año se firmó el Convenio de colaboración entre el FICEDA y el Instituto Politécnico Nacional (IPN) que, por conducto del Centro Mexicano para la Producción más Limpia¹⁰⁰ llevaría a cabo la implementación de una planta productora de biodiesel con tecnología IPN-GBC-100¹⁰¹ en un predio de la CEDA¹⁰².

El 27 de julio de 2020 se concluyeron los trabajos de instalación de la planta, con lo que se dio por terminado el convenio con el IPN. El 30 de julio, la entonces Jefa de Gobierno de la CDMX inauguró la planta y a partir de esa fecha comenzó su operación.

En 2021 la SECTEI firmó el Convenio SECTEI/030/2021 con el Banco Santander y la empresa Asesoría en Sustentabilidad, Ingeniería y Administración S.A. de C.V. (ASIAD) para ceder la administración, operación, mantenimiento correctivo y preventivo, así como la gestión ambiental de la planta productora de bioaditivo a dicha empresa. En ese convenio, con vigencia hasta septiembre de 2022 y modificado para ampliar su vigencia hasta diciembre de 2024, se establecieron los siguientes compromisos (FICEDA, 2021):

¹⁰⁰ Se trata de un centro de investigación científica y tecnológica del IPN que se encarga de realizar investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico, de formar recursos humanos y de prestar servicios de alto valor tecnológico en materia de prevención ambiental en procesos, productos y servicios para reducir riesgos para la población y el medio ambiente, incrementar la productividad de la empresa y garantizar la viabilidad económica. El Laboratorio Nacional de Desarrollo y Aseguramiento de la Calidad en Biocombustibles (LaNDACBio) es su laboratorio especializado. Para más información este Centro se puede consultar la página <https://www.cmpl.ipn.mx/>

¹⁰¹ Proceso basado en principios de la química verde para la obtención de éteres metílicos, glicerol y ácidos grasos.

¹⁰² Cabe señalar que el LaNDACBio actualmente realiza los análisis de calidad que son fundamentales para garantizar que el bioaditivo producido en la planta de la CEDA cumpla con las especificaciones y estándares establecidos en las normas aplicables antes de su distribución y uso.

El FICEDA:

- Entrega el espacio físico para la producción, almacenamiento, distribución y comercialización de los productos de “la planta” y sus componentes a “la empresa”;
- Paga la luz hasta el 7º mes a partir del inicio de la producción;
- Suministra agua hasta el inicio de la etapa de producción continua;
- Recolecta el aceite usado en los establecimientos de venta de alimentos preparados “en la medida de sus posibilidades”.

La SECTEI:

- Brinda información y conocimiento tecnológico para la gestión de la innovación y mejoramiento tecnológico de “la planta”;
- Aporta recursos económicos para la innovación tecnológica asociada al proyecto y al fortalecimiento de su infraestructura, sujeto a disposición presupuestal;
- Coadyuva en la investigación, desarrollo científico y la innovación de “la planta”;
- Coadyuva con FICEDA y “la empresa” en la búsqueda de aportadores y otras vías de financiamiento económico para la innovación de los procesos de operación y mantenimiento de “la planta”;

La Empresa:

- Opera “la planta” con su personal y sus recursos para producir bioaditivo con la calidad establecida por la autoridad competente (Norma) para su consumo por parte de terceros;
- Proporciona la inversión inicial, es decir, el capital semilla para la operación y funcionamiento de “la planta”;
- Realiza las gestiones para obtener las autorizaciones para la operación y funcionamiento de “la planta”;
- Adquiere la materia prima para la operación y funcionamiento de “la planta”;
- Establece clientes potenciales de los sectores público y privado para el consumo de “el producto” que se produzca;
- Brinda mantenimiento correctivo y preventivo a “la planta”;
- Presenta informes mensuales de la operación de “la planta” sobre el mantenimiento, rendimiento y uso del producto;
- Verifica la calidad del producto a través del Centro Mexicano para la Producción más Limpia del IPN.

Según la Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México, en 2021 se realizó una prueba piloto para utilizar una mezcla de diésel y el biocombustible producido en la CEDA en dos unidades del Metrobús (MB) de la Línea 2, con el fin de mejorar su rendimiento, reducir el consumo de combustible y disminuir

sus emisiones de GEI¹⁰³. En 2022, una vez observados los resultados de la prueba, el MB lo utilizaba en al menos 10 unidades de las Líneas 1 y 2 y en 4 unidades de RTP, con lo que se esperaba una reducción de hasta 14% de las emisiones de contaminantes¹⁰⁴.

Resultados del trabajo de campo

Para la evaluación de este eje se realizaron consultas con personal de la DGDySE, se realizó una entrevista a profundidad con personal del FICEDA y otra con un representante del área encargada de la utilización del biodiesel en el MB.

- **Resultados de la entrevista al FICEDA**

Las respuestas al cuestionario elaborado por el equipo consultor fueron integradas por la Coordinación de Planeación y Desarrollo del FICEDA, que es el área que da seguimiento a las actividades que realiza la empresa que opera la planta. Dado que las respuestas requerían de la participación de diversas áreas, el Fideicomiso decidió responder el cuestionario por escrito, aunque también se realizaron varias pláticas telefónicas y una presencial con personal de dicha Coordinación.

Es importante recordar que el Fideicomiso es un organismo privado, que no cuenta con recursos públicos y que, por lo tanto, no es sujeto de evaluación por parte de instancias de gobierno, pero en su interés por dar a conocer las actividades que realizan en apoyo a la sustentabilidad de la CDMX, ofreció la información que se le solicitó. En la siguiente tabla se señalan los principales resultados plasmados en el cuestionario.

Tabla VI.5.2. Resultados de la entrevista con FICEDA.

Tema	Respuestas
Planeación y coordinación	Si bien en el FICEDA saben que <i>Ciudad Solar</i> es una estrategia del Programa de Acción Climática de la Ciudad, no fueron consultados por la SEDECO para ser incluidos como un eje estratégico de dicha Estrategia ¹⁰⁵ .
Operación	<ul style="list-style-type: none"> • La planta es operada por una empresa privada. • Para la provisión de aceite se acercaron inicialmente a mercados públicos de las Alcaldías cercanas a la CEDA; se ha establecido colaboración con la SEDECO y la SEDEMA para ejecutar el programa “Mi cocina no contamina”, lo que permitió vincularse con generadores públicos y privados y promover prácticas sostenibles en la gestión de AVU.

¹⁰³ Milenio, 27 de julio de 2021. “Metrobús de CDMX inicia pruebas de biodiésel en unidades de línea 2”. Consultado en: <https://www.milenio.com/politica/metrobus-cdmx-inicia-prueba-biodiesel-unidades-l2>

¹⁰⁴ Milenio, 23 de julio de 2022 “En CDMX generan biodiésel con aceite usado en la Central de Abastos; TRP y MB lo usan”. Consultado en: <https://www.milenio.com/politica/comunidad/cdmx-generan-biodiesel-aceite-usado-central-abastos>

¹⁰⁵ Cabe señalar que según la DGDySE lo indicado por el FICEDA no es correcto ya que desde la concepción del proyecto, ese fideicomiso tuvo conocimiento, opinión y una participación directa por medio del primer Coordinador General de la CEDA, y después a través de representantes de la segunda Coordinadora General. Además, señala que los Coordinadores Generales de la CEDA son integrantes del Comité técnico del FICEDA, y son servidores públicos adscritos a la SEDECO. Es posible que la rotación de personal que suele darse en el sector público, y la falta de documentación de algunos procesos haya provocado el desconocimiento de la situación que señala la DGDySE.

Tema	Respuestas
	<ul style="list-style-type: none"> Llevar a cabo reuniones con los generadores para darles a conocer el uso que se dará al AVU recolectado, así como información sobre la norma ambiental NADF-012-AMBT-2015¹⁰⁶ y se explica cómo se debe acondicionar el aceite para que pueda ser transformado y reutilizado. Para ello diseñaron carteles informativos. La CEDA se encarga de la recolección de AVU, lo cual se realiza generalmente cada mes o cada dos meses, con sus propios vehículos. En cada visita al punto generador se proporciona un comprobante de retiro, con lo que se mantiene un registro de las cantidades recolectadas. El AVU que se utiliza en la planta proviene en un 22% de donaciones y el 78% restante se compra. Con respecto a la entrega de biocombustible a los usuarios (MB), la empresa ASIAD es la que se encarga, desde el análisis de viabilidad, hasta la entrega a las empresas a las que el MB concesiona la operación de las Líneas que lo demandan, con las cuales se firman contratos.
Cumplimiento de metas	<ul style="list-style-type: none"> La planeación de la producción de la planta se planifica y ejecuta en función de los acuerdos comerciales establecidos con los compradores del producto. Es decir, dependen de la demanda y de las necesidades que surjan y por lo tanto no tienen una meta programada anual fija.
Sensibilización sobre medio ambiente y cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> Se informa a los locatarios sobre los impactos negativos que conlleva el vertimiento de aceite en el drenaje. Se promueve la reutilización del AVU y se destaca la importancia de aprovechar los recursos de manera responsable y de reducir la dependencia de combustibles fósiles. Se concientiza sobre cómo acciones aparentemente pequeñas como el vertimiento de aceite al drenaje están relacionadas con problemas ambientales más amplios como la contaminación del agua y el cambio climático. Se resalta que la tecnología ambiental promueve soluciones ecológicas. Al involucrar a los locatarios se promueven cambios de comportamiento que contribuyen a lograr un futuro más sustentable y resiliente ante los desafíos del cambio climático.
Impactos	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de la normatividad para la disposición del AVU. Se promueve que los generadores se registren como generadores de AVU para asegurar un manejo integral de ese residuo. Se desincentiva la recolección informal. El biodiesel produce menos emisiones de CO₂ y de CO (monóxido de carbono) que el diésel convencional, lo que contribuye a reducir la huella de carbono y a mitigar el cambio climático. Se reduce la generación de residuos y se fomenta la economía circular. Se diversifica la matriz energética de la Ciudad, lo que a la vez aumenta la seguridad energética de la CDMX. Se crean empleos locales y formales, además de que se fomenta la inversión en tecnología ambiental, lo que promueve el desarrollo económico sustentable. Se contribuye a que la CDMX cumpla con los objetivos de reducción de emisiones y de mejoramiento de la calidad del aire.
Retos y oportunidades	<p>Los principales retos para dar continuidad a la planta son:</p> <ul style="list-style-type: none"> promover el abastecimiento en cantidad y calidad del aceite vegetal usado (AVU) que es la materia prima del proceso. Incrementar el uso extensivo del bioaditivo en unidades de transporte y maquinaria en la CDMX para mantener una operación continua y constante que permita mantener la rentabilidad energética y económica del proyecto. <p>Como oportunidades para incrementar los beneficios de la planta se identificaron:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aumentar el número de generadores de AVU, a través de la concientización respecto de la importancia de la donación para evitar la disposición incorrecta y que no se provoquen daños ambientales y obstrucción del drenaje.

¹⁰⁶ Establece las condiciones y especificaciones técnicas para el manejo integral de grasas y aceites residuales de origen animal y/o vegetal en la CDMX.

Tema	Respuestas
	<ul style="list-style-type: none"> Diversificar las fuentes de materia, es decir, grasas y aceites de origen animal o vegetal provenientes de residuos de distintos procesos industriales (actualmente solo procesan aceite vegetal). Aprovechar la glicerina como subproducto con potencial para ser empleada en otros procesos industriales, después de ser refinada.
Sostenibilidad del proyecto/ potencial para ampliar la producción y dotar de este biocombustible a otros sectores	Con la capacidad de producción que tiene actualmente la planta se pueden producir hasta 340,000 litros de bioaditivo al año. Si se considera que dicho biocombustible se mezcla en un 10% con el diésel fósil que emplean los motores diésel, se podrían obtener 3.4 millones de litros de combustible híbrido al año. Esos volúmenes podrían duplicarse si se duplicaran los turnos de operación de la planta.

Fuente: elaboración propia con base en las respuestas otorgadas por el FICEDA.

• **Resultados de la entrevista al Metrobús (MB)**

El MB es actualmente el único usuario del biodiésel que se produce en la planta y, a la vez, todo el biodiésel que consume ese sistema de transporte proviene de dicha planta. Se llevó a cabo una entrevista en profundidad con la Dirección Ejecutiva de Planeación, Evaluación y Tecnologías de Información. A continuación se sintetizan los resultados de la entrevista.

Tabla VI.5.3. Resultados de la entrevista con el Metrobús.

Tema	Respuestas
Planeación y coordinación	El MB no ha tenido contacto con la SEDECO y no conocían la vinculación de este proyecto de uso de biodiesel con el Programa <i>Ciudad Solar</i> .
Operación	<ul style="list-style-type: none"> El MB trabaja con 17 empresas que proveen los autobuses, y les solicita que utilicen biodiésel. Ello alarga la vida útil de las unidades, que suele ser de alrededor de 10 años. Actualmente 72 vehículos operan con biodiésel, principalmente en la alcaldía Tláhuac. El abastecimiento del combustible es altamente satisfactorio. No tienen ningún problema y ha ido creciendo.
Sensibilización sobre medio ambiente y cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> Las unidades que usan biodiesel tienen el distintivo “soy sustentable. Utilizo biocombustible” para que las personas se hagan conscientes.
Impactos	<ul style="list-style-type: none"> Cuentan con una metodología para medir la reducción de los GEI que se obtiene por el uso del biocombustible, pero en la entrevista no fue posible contar con el dato.
Retos y oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> Los principales retos son: que el biodiesel tenga un precio competitivo; acabar con el mito de que el biodiesel afecta los motores. Contar con un modelo financiero que permita ampliar el alcance y utilizar el biodiésel en más vehículos. Es necesario homologar los discursos de las dependencias porque a veces se contradicen. Es necesario generar un mecanismo de gobernanza. Crear un protocolo o alguna reglamentación para obligar a los fabricantes de motores a que éstos puedan utilizar un 10-15% de bioaditivo. Los mismos fabricantes operan de forma distinta en otros países (por ejm. en Brasil, si lo hacen y en México no).

Tema	Respuestas
	<ul style="list-style-type: none"> • Se requieren estudios de comportamiento para medir la eficiencia vs el daño del uso de biodiesel en los motores porque no existen. • Sería conveniente intercambiar experiencias con otros países. Generar grupos de trabajo internacionales para compartir opiniones.
Sostenibilidad del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Es probable que el MB continúe abasteciéndose de biodiésel en los próximos años. Sin embargo, es necesario que SEDECO entre en contacto con las asociaciones que agrupan a los fabricantes de motores para concientizarlos y eliminar los mitos. • Se trata de un proyecto importante de economía circular, que impulsa nuevas tecnologías y mediante el cual se dejan de consumir combustibles fósiles. La suma de soluciones puede producir impactos considerables. • Hay potencial para ampliar el uso del bioaditivo en más vehículos

Fuente: elaboración propia con base en las respuestas obtenidas en la entrevista al Metrobús.

Hallazgos del Eje 5. Planta de biodiésel

La construcción y operación de la planta de biodiésel corresponde a la Coordinación General de la Central de Abasto adscrita a la SEDECO. Dicha dependencia participó en los orígenes del proyecto a través de la DGDySE, pero el seguimiento de este eje estratégico fue transferido a la Coordinación General de la CEDA y al FICEDA, que concentra la información relacionada con la operación, los resultados, las problemáticas enfrentadas, la utilidad de la planta, y el cumplimiento de las metas que se fijaron en el Programa *Ciudad Solar*. Esa información se reporta a la SEDEMA, que es la dependencia que registra los resultados de mitigación de emisiones de GEI de los proyectos que forman parte del Plan de Acción Climática de la CDMX. Por lo anterior, la DGDySE, responsable de *Ciudad Solar*, no da seguimiento a esta actividad y, por lo mismo, en la página oficial del *Programa* no hay información disponible sobre sus avances.

El hecho de que el FICEDA sea un organismo privado que no está obligado a poner a disposición del público en general información sobre el funcionamiento de la planta y el cumplimiento de metas, dificultó la evaluación de los impactos de este eje estratégico. Por su parte, el FICEDA señaló que desconocía las metas que se incluyeron en el *Programa* y los criterios mediante los cuales fueron determinadas, ya que sus metas de producción no se fijan de forma anual, porque dependen de la demanda, que es fluctuante.

No obstante lo anterior, se puede afirmar que este tipo de proyectos son ejemplo de una colaboración estratégica entre entidades públicas y privadas, lo que es fundamental para fomentar la economía circular y para promover prácticas más sostenibles en la gestión de residuos. La colaboración con una empresa especializada asegura un enfoque estratégico para la operación eficiente de la planta, ya que aborda aspectos clave como la comercialización, distribución y seguimiento con los clientes, así como la adquisición de la materia prima y el mantenimiento, lo que contribuye al éxito y sostenibilidad del proyecto.

Para el Metrobús, el uso de biocombustible es una opción conveniente, ya que alarga el tiempo de vida de los vehículos y puede generar otros beneficios. La persona entrevistada por el equipo consultor mencionó la importancia de difundir este importante proyecto para acabar con mitos que limitan el uso de este combustible en la CDMX y en el país.

Cabe señalar que, si bien este proyecto de producción de biodiésel es un elemento importante de una estrategia de sustentabilidad energética, en estricto sentido no está relacionado con el uso de energía solar y forma parte del eje 3 “Basura Cero” del *Programa Ambiental y de Cambio Climático de la Ciudad de México 2021-2030* que es responsabilidad de la SEDEMA.

Evaluación del impacto del Eje 5. Planta de biodiésel

- **Relevancia/Pertinencia**

La construcción y operación de una planta para aprovechar el potencial energético de aceite comestible de desecho y convertirlo en un combustible amigable con el medio ambiente es pertinente y contribuye al proceso de transición energética que debe realizar la CDMX. Además de promover la reutilización y el reciclaje de recursos con un enfoque de economía circular, aprovecha la innovación y tecnología existentes para sustituir el uso de diésel fósil, particularmente en el transporte, con lo que contribuye a disminuir la emisión de GEI en la Ciudad. Esta iniciativa se alinea a los ejes 2. Ciudad sustentable y 6. Ciencia, Innovación y Transparencia del *Programa de Gobierno 2019-2024* y a los ejes 2. Ciudad Solar y 3. Basura cero del *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2050*.

Si bien los residuos de aceites vegetales para consumo humano no son considerados residuos peligrosos, su desecho inadecuado tiene impactos negativos en el medio ambiente y en la salud de la población. En general, hay tres formas de deshacerse de ellos: se vierten al drenaje, se guardan en algún recipiente y se depositan en la basura, o bien se tiran directamente en el suelo¹⁰⁷. Cuando se descargan en el drenaje contaminan el agua¹⁰⁸ y al mezclarse con restos de detergentes y jabones, pueden generar “piedras de grasa” que pueden obstruir tuberías y colectores, y provocar inundaciones, amén de otro tipo de situaciones como la generación de malos olores, proliferación de fauna nociva y con ello generar riesgos sanitarios y ambientales. Todo ello aumenta costos de mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado y de las plantas de tratamiento de las aguas residuales. Si se vierten en el suelo, tienen también efectos perjudiciales debido a su bajo grado de biodegradabilidad.

En este contexto, su acopio y transformación en biocombustible es una acción que no sólo evita su desecho inadecuado y los problemas que ello conlleva, sino que también genera impactos positivos en la calidad del aire, el agua y el suelo, y aporta a la mitigación del cambio climático, al sustituir el uso de combustibles fósiles en el sector transporte. Según la CONUEE, el uso de una tonelada de biodiésel en ese sector evita la producción de 2.5 toneladas de CO₂¹⁰⁹. También se han observado reducciones de hasta 20% en las emisiones de compuestos de azufre, 10% de monóxido de carbono (CO), 14% de hidrocarburos (HC) y 26% de partículas sólidas, lo que ayuda a disminuir la contaminación del ambiente (Alfonso, 2013).

¹⁰⁷ En un estudio realizado en la comunidad El Refugio situada en el municipio de Tijuana para identificar el potencial del aceite usado para producir biodiésel, el 78% de la población encuestada desecha el aceite usado en el drenaje, el 15% lo pone en la basura, y el 7% restante lo deposita en el suelo (Alfonso, 2013).

¹⁰⁸ Según la SEDEMA, un litro de aceite residual contamina 40 mil litros de agua.

<https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/pide-sedema-separar-aceite-usado-y-llevarlo-centros-de-acopio>

¹⁰⁹ CONUEE, <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/biodiesel-movilidad-y-transporte?state=published>

La producción de combustibles alternativos a los combustibles fósiles tiene, a su vez, impactos económicos y sociales. En lo económico, aportan a la independencia energética, además de que su costo es menor que el del diésel y son una fuente generadora de empleos verdes. En lo social, generan conciencia ambiental y mejoran la calidad de vida de las personas.

- **Coherencia**

El diseño, construcción y operación de la planta de biodiésel ha requerido de la colaboración de diversos actores del sector gubernamental, académico, privado y de la sociedad civil, que han coincidido en el interés de promover y desarrollar prácticas sostenibles para la gestión de residuos y en contribuir a la transición energética y la mitigación del cambio climático.

La coordinación entre las dependencias del gobierno de la CDMX hizo posible contar con el espacio y los recursos para la construcción de la planta en la CEDA; la colaboración con la academia aseguró su conceptualización y el desarrollo de una tecnología 100 por ciento mexicana que no genera residuos, no utiliza agua y obtiene un litro de biocombustible por cada litro de aceite que procesa¹¹⁰; la participación del sector privado ha favorecido su operación con un enfoque comercial que ayuda a maximizar sus beneficios, no solo en la producción del biocombustible, sino también en el uso que se le ha dado en el sector transporte. Además, el acopio del aceite usado ha concientizado al personal de los negocios que lo desechan y a otros ciudadanos involucrados, respecto de los impactos dañinos que tiene su vertimiento inadecuado.

No obstante que la concepción de la planta de biodiesel como un proyecto emblemático de la estrategia de sustentabilidad energética de la CDMX fue adecuada y pertinente, la coordinación durante su operación ha tenido deficiencias porque el *Programa Ciudad Solar* no implementó un mecanismo de seguimiento para tener información actualizada sobre la operación de la planta y para conocer los impactos que ha tenido el uso del biocombustible en el sistema del Metrobús, en las empresas concesionarias y, en general, en la Ciudad. Si a esto se suma que el FICEDA es un organismo privado, que no tiene la obligación de transparentar su actividad y de reportar los avances en términos de los efectos ambientales, económicos y sociales que se producen con su operación, los impactos esperados como parte de una política pública no se pueden precisar ni cuantificar.

- **Eficacia/efectividad**

El objetivo de construir la planta y ponerla en operación se logró conforme a lo previsto en la Línea de acción 3.3 Aprovechar el potencial energético de los residuos del Eje. 3 Basura Cero de la *ELAC* y el *PAC CDMX* (SEDEMA s/f.a). Sin embargo, las metas que se plantearon en el documento *Ciudad Solar. Estrategia de sustentabilidad energética: Metas 2019-2024* (SEDECO, s/f.b) no se han logrado. Como se ha mencionado con anterioridad, existen varios documentos elaborados y publicados por distintas dependencias del gobierno de la CDMX que señalan metas diferentes. Por ejemplo, según la presentación de la SEDECO antes referida, la planta de la Central de Abasto produciría 3,000 litros al día y se mitigarían anualmente 6 mil tCO₂; por su parte, en el documento *Informe de Avances. Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024. Avances integrados 2019-2021*

¹¹⁰ Entrevista a Rubí Guzmán, supervisora de la planta. Consultada en: <https://www.reporteindigo.com/piensa/central-de-abasto-de-la-cdmx-recicla-el-aceite-usado/>

elaborado por la SEDEMA (SEDEMA s/f), se señala que “con esta planta la mitigación meta al año 2024 se prevé que sea de 4,675 toneladas de CO₂e equivalente al año (sic)”. Asimismo, el personal del FICEDA que se entrevistó comentó que durante el año 2022 el promedio de producción mensual fue de 2,250 litros, mientras que la SEDEMA informó en un comunicado del 10 de febrero de 2023 que la planta generó 6,400 litros en los primeros cinco meses de su inauguración en 2020, y 7,500 en 2021¹¹¹.

Esta situación, aunada al hecho de que el FICEDA informó no saber cómo fue que se fijaron las metas de producción, ya que no fueron consultados para ello¹¹², genera inconsistencias y deficiencias en el seguimiento de este eje estratégico de *Ciudad Solar*, lo que a su vez dificulta determinar la medida en la que se han alcanzado los objetivos.

- **Eficiencia**

Para producir el biodiesel, la planta obtiene el aceite vegetal usado (AVU) ya sea por donaciones (22%), o bien lo compra (78%). La CEDA se encarga de hacer la recolección de manera regular, generalmente mensual o bimestral, con vehículos propios. Los generadores almacenan el aceite usado en recipientes hasta que están llenos. En cada visita al punto generador, la CEDA proporciona un comprobante del retiro del AVU, que sirve para llevar el registro de las cantidades recolectadas y para cumplir con las regulaciones y requisitos de informes semestrales que el FICEDA presenta a la SEDEMA y que son fundamentales para dar seguimiento a las actividades relacionadas con el reciclaje y el manejo de los residuos.

Actualmente la planta sólo procesa AVU y la mayoría de los comercios de comida de la CEDA utilizan aceites de grasa animal, que por el momento no pueden ser utilizados como insumo. Si bien en una primera etapa el FICEDA se acercó a las alcaldías cercanas a la CEDA para promover el acopio y la recolección del AVU con locatarios de mercados públicos del giro de alimentos preparados y se tiene colaboración con el programa “Mi cocina no contamina” que promueve la SEDEMA y que permitió la vinculación con generadores públicos y privados, el suministro de aceite vegetal usado no ha sido tan abundante como se pensó inicialmente y es uno de los elementos que se debe resolver para que la operación de la planta sea más eficiente.

Como señala Garrido (Garrido, 2009), la producción de biodiesel a partir de AVU no depende únicamente de los procesos de producción o de las maquinarias utilizadas, sino que requiere de dinámicas y redes sociales que aseguren la recolección del insumo necesario, con las características adecuadas para ser procesado.

¹¹¹ SEDEMA <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/pide-sedema-separar-aceite-usado-y-llevarlo-centros-de-acopio>

¹¹² El FICEDA comentó que, en línea con el carácter privado del fideicomiso, la venta del bioaditivo es un negocio y, por lo tanto, su producción depende de la demanda plasmada en los acuerdos comerciales establecidos con los compradores del producto. Por ello no suelen fijar metas mensuales o anuales. Su producción es variable, lo cual garantiza que se produzcan las cantidades que se ajustan a las necesidades reales del mercado, lo cual ayuda a evitar excedentes no deseados y a optimizar la operación de la planta, contribuyendo a una gestión más efectiva y sostenible de los recursos.

- **Utilidad**

Según declaraciones de la Coordinadora General de la Central de Abastos, la cultura de reciclar el aceite quemado ha ido aumentando, lo que ha permitido obtener más materia prima. Con ello se ha avanzado en dos aspectos importantes: el aceite usado ya no va al drenaje y se ha logrado que los vehículos del MB que están utilizando el bioaditivo sean más eficientes y menos contaminantes¹¹³. Por esta razón, el MB está satisfecho con esta actividad.

Además, “el punto de ignición del biodiesel es también más alto que el del diésel, y aunque ello no impacta directamente a la combustión, si hace que el almacenamiento y transporte del biodiesel sea más seguro” (Medina, Camarillo, & Ramírez, 2011, citado en Alfonso Álvarez, 2013)¹¹⁴, lo cual es una ventaja adicional.

Por otro lado, con la operación de la planta se ha creado conciencia entre los generadores y los habitantes de la Ciudad sobre los impactos positivos que tiene la correcta separación y el reciclaje del aceite de cocina usado, que no es bueno tirarlo a las cañerías y que hay lugares donde se puede depositar. La SEDEMA, con el apoyo de algunas alcaldías, ha impulsado la instalación de centros de acopio para su reciclaje en la CEDA¹¹⁵. No obstante, existe reticencia por parte de las personas y los negocios a almacenar y disponer de manera adecuada de los aceites comestibles usados, y se requiere de mayor concientización.

- **Sostenibilidad**

La sostenibilidad de la planta tiene algunos riesgos que tendrán que ser resueltos para aprovechar al máximo su potencial. Es necesario que se incremente el uso extensivo del bioaditivo en unidades de transporte y maquinaria en la CDMX, ya que ello permitirá que la planta opere de manera continua y constante, lo cual asegurará su rentabilidad energética y económica. El aumento en la demanda, sin embargo, hará que se requiera una mayor cantidad de AVU que tenga la cantidad y la calidad que se requiere para su procesamiento. Por ello es muy importante concientizar a los generadores –tanto de la sociedad civil, pero particularmente a comercios e industrias que son los que más AVU generan– de la importancia de la donación para evitar que el aceite se disponga de manera incorrecta y que se provoquen daños ambientales y al drenaje.

Asimismo, será necesario aplicar la regulación existente en la CDMX sobre la disposición final de los aceites de origen animal y/o vegetal. La Norma Ambiental NADF-012-AMBT-2015¹¹⁶, que establece las condiciones y especificaciones técnicas para el manejo integral de grasas y aceites residuales de origen animal y/o vegetal que se generan en diversos procesos productivos y por el consumo doméstico en el territorio de la Ciudad de México, es de observancia obligatoria para los generadores –que tienen que responsabilizarse de todo su proceso, desde la compra hasta que lo desechan–, y los prestadores de

¹¹³ La Central de Abastos quiere ser sostenible ¿Lo logrará?, Entrevista publicada el 1 de febrero de 2023. Consultada en: <https://goula.lat/lideres/la-central-de-abasto-de-la-cdmx-quiere-ser-sostenible-lo-lograra>

¹¹⁴ Medina, J., Camarillo, G., & Ramírez, J. (2011). Método para monitorear el rendimiento y contenido de metil-ésteres en el biodiesel usando la espectroscopia vibracional IR. *Acta Universitaria*, 27-32.

¹¹⁵ Los centros de acopio se encuentran en unidades habitacionales y mercados de las alcaldías Cuauhtémoc, Iztapalapa y Miguel Hidalgo, además de la propia CEDA.

¹¹⁶ El aviso por el que se da a conocer esta norma fue publicado el 12 de junio de 2018 en la GOCDMX.

servicios¹¹⁷. Esta norma busca también fomentar en la ciudadanía y en los establecimientos industriales, comerciales y de servicios que operan en la CDMX, una cultura de separación, aprovechamiento y valorización de los aceites. Para ello, la SEDEMA debe promover, en coordinación con las Delegaciones, los prestadores de servicios, organismos no gubernamentales, asociaciones, productores y generadores, campañas de comunicación y difusión de actividades de educación ambiental para el manejo integral de grasas y aceites de origen animal y/o vegetal residuales dirigidas a la población en general a fin de proporcionar la información necesaria para la correcta aplicación y cumplimiento de la norma.

También la *Ley de Cultura Cívica de la Ciudad de México* establece una serie de faltas administrativas al arrojar en la vía pública desechos y sustancias peligrosas para la salud de las personas o que despidan olores desagradables, y por ello el arrojar aceite de cocina al drenaje se puede considerar como un delito, ya que, como se dijo anteriormente, un litro de aceite residual contamina 40 mil litros de agua. Actualmente, en opinión de la supervisora de la planta, esta normatividad no se cumple y existen empresas informales que compran el aceite, pero no necesariamente lo almacenan y reutilizan de manera adecuada. Por ello la planta en la CEDA emite constancias a los generadores, a quienes les sirve para demostrar que están haciendo un manejo sustentable de sus residuos.

- **Equidad e igualdad de género**

El enfoque de género no se incorporó en el diseño y operación de este eje, a pesar de que se ha demostrado que en las actividades informales y de final de proceso de la economía circular, incluyendo el reciclaje, la reutilización y la gestión de residuos, hay una participación importante de mujeres (IAP, s/f). Además, tradicionalmente las mujeres son las responsables de la elaboración de los alimentos, por lo que, al ser el aceite usado en la cocina la materia prima para la elaboración del biodiesel, era importante su involucramiento directo en esta iniciativa. Para transitar hacia una cultura de la circularidad de la economía es necesario incorporar la perspectiva de género.

- **Impactos económicos, sociales y ambientales**

Los impactos de esta actividad no han sido los esperados, ya que se han presentado problemáticas que han limitado la producción del biodiésel, tales como la falta de oferta y la calidad del aceite disponible para su transformación. De esta manera, de los 2.1 millones de litros que se establecieron como meta de producción anual, el FICEDA informó en la entrevista realizada con el equipo evaluador, que su producción promedio mensual en 2022 fue de 2,250, lo que representa el 1.3% de la meta programada en el Programa *Ciudad Solar*.

¹¹⁷ En la norma se define como “generador” a la persona física o moral que derivado de sus actividades industriales, comerciales y de servicio genera grasas y aceites de origen animal y/o vegetal residuales; y como generador domiciliario” a la persona física que genera residuos de grasas y aceites de origen animal y/o vegetal, como parte de la actividad de preparación de alimentos en casa-habitación. El “manejo integral” se define como “las actividades de separación y reducción en la fuente, recolección, acopio, almacenamiento, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, transporte y disposición final de residuos individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social” (SEDEMA, 2018).

Por su parte, el Sistema de Transporte Metrobús, que es el principal beneficiario, reconoce que el uso del biodiesel alarga la vida útil de las unidades, y tiene un impacto económico que les favorece. Y en relación al impacto ambiental, si bien el MB tiene una metodología para calcular la reducción de los GEI que obtienen con los vehículos que utilizan el biocombustible, no fue posible contar con la información y, por lo mismo, determinar el grado de impacto que ello genera. Sin embargo, si se toma como referencia el bajo porcentaje de la meta que se ha logrado a la fecha, se puede afirmar que el impacto en la mitigación de emisiones que ha tenido esta actividad es muy poco significativo.

VII. Evaluación del impacto en conjunto

A diferencia del capítulo anterior, donde principalmente se identificaron los impactos “individuales” y de corto plazo que ha tenido el *Programa* en la economía y las condiciones de trabajo y de vida de las personas que fueron beneficiadas, en este capítulo se mencionan los elementos más relevantes del impacto social, económico y ambiental que ha tenido el Programa *Ciudad Solar* en su conjunto en la Ciudad de México, dado su carácter de instrumento de la política de cambio climático y de transición energética.

Para efectos de la valoración, se considera el impacto social como el grado de afectación o de incidencia del *Programa* en la población de la CDMX, es decir, el grado de alteración social que provoca su presencia y sus acciones, ya sea de manera directa o indirecta en las condiciones de vida de las personas. Como impacto económico se considera el efecto que ha tenido el *Programa* en la transformación de la economía de la CDMX, particularmente en variables como el ingreso y/o el empleo; y el impacto ambiental es la modificación del medio ambiente de la CDMX ocasionada por las acciones realizadas por *Ciudad Solar*, que en este caso se relacionan con la calidad del aire.

Cabe señalar que existen diversos tipos de impacto, según su temporalidad (corto, mediano o largo plazo), el grupo en el que se manifiestan (individual o colectivo) y, además, éstos pueden estar interrelacionados. Un impacto económico, como la generación de un ahorro por el uso de la energía solar, puede provocar impactos sociales como un mejor balance entre la vida laboral, familiar y personal debido a la disponibilidad de recursos para realizar otras actividades¹¹⁸. En este contexto, si bien, por un lado, las personas beneficiadas pueden haber identificado un impacto alto en su economía o en sus condiciones de vida como resultado de los apoyos recibidos, dado que el *Programa* ha tenido un alcance limitado –en términos del número de personas, empresas e instituciones beneficiadas– el impacto social, ambiental o económico de la misma acción puede resultar irrelevante para el total de la población de la CDMX, para el fortalecimiento del mercado de energías limpias o para la economía del sector de las MIPyMES de la Ciudad.

Por otro lado, los impactos de varias de las acciones no se pueden verificar en el corto plazo, aunque pueden tener el potencial para producirlos en horizontes de más largo plazo. Por ejemplo, la certificación de las personas en los estándares del CONOCER, si bien en el corto plazo puede no haber generado un impacto importante en el mercado de la energía solar, en el mediano o largo plazo puede ser un factor esencial que mejore sustantivamente los servicios que se presten en ese sector de la economía. En el caso de los asuntos ambientales, si bien hay algunos que se pueden registrar en el corto plazo, como la eliminación de emisiones de GEI, los impactos que ello tiene en la calidad del aire se verán reflejados en horizontes de más largo plazo.

También es necesario señalar la dificultad que existe para hacer una valoración, ya sea cualitativa o cuantitativa, de los impactos atribuibles directamente a una política pública en el corto plazo, y de su

¹¹⁸ Según el Inmujeres, “la conciliación de la vida laboral, familiar y personal es una línea de trabajo que se impulsa como parte de las políticas de igualdad con el propósito de transformar la desigual distribución de las tareas domésticas y de cuidado socialmente asignado a las mujeres”. Consultado en:

<https://campusgenero.inmujeres.gob.mx/glosario/terminos/conciliacion-de-la-vida-laboral-familiar-y-personal>

magnitud. Es por ello que las evaluaciones de impacto no son comunes ni frecuentes, y menos aún las relacionadas con aspectos ambientales¹¹⁹.

Como se ha mencionado con anterioridad en este documento, uno de los principales problemas que enfrenta esta evaluación de impacto es la falta del contrafactual y de información sobre todos los factores que pueden estar incidiendo en los resultados de la intervención, para poder establecer una relación causal que muestre resultados directos.

Para valorar los impactos que han tenido los cinco ejes de *Ciudad Solar* en su conjunto, se utilizan los mismos criterios del capítulo anterior: relevancia/pertinencia, coherencia, eficacia/efectividad, eficiencia, utilidad, sostenibilidad y equidad e igualdad de género, así como las metas que se fijaron para el periodo 2018-2024. Estos criterios permiten identificar fallas o aciertos en el diseño, operación y desempeño del *Programa*, lo que, de manera directa o indirecta, incide en la magnitud de los impactos económicos, sociales y ambientales que ha provocado éste en la Ciudad de México.

En términos de **pertinencia**, el contar con un programa para promover la transición energética de la CDMX **es incuestionable**. Los 5 ejes que componen *Ciudad Solar* son de gran relevancia para promover cambios en las formas de producción y consumo de energía en las actividades económicas y sociales de la población que habita en la Ciudad y fueron calificados por las personas entrevistadas como importantes. Además, como se ha mencionado en los capítulos sobre el marco teórico y normativo del *Programa*, están en línea con las prioridades nacionales y locales para impulsar una economía baja en carbono, crear empleos verdes y mejorar las condiciones de vida de la población. Con este programa, la CDMX aporta al cumplimiento de los compromisos que ha asumido el país, y la propia Ciudad, con la comunidad internacional en el marco de la Agenda 2030 y del Acuerdo de París, lo que lo convierte en un instrumento relevante de la política climática de la CDMX.

Dado que el *Programa* se centra en el uso de la energía solar, los ejes que resultan más relevantes son la capacitación y la instalación de sistemas solares en las MIPyMES, en edificios públicos (incluyendo mercados) y en viviendas, por su potencial para fortalecer el mercado de las energías renovables y para crear empleos verdes en la Ciudad. Si bien el eje 5, que se enfoca en la reutilización de residuos, aporta a la transición energética, no contiene elementos relacionados con el aprovechamiento de la energía solar, como los demás.

Respecto de la **coherencia** del *Programa*, como ya se ha señalado, la instrumentación de una iniciativa de transición energética requiere de la participación activa y del compromiso de múltiples actores y sectores que deben estar **coordinados** de manera adecuada y eficiente. Por ello, en la ELAC y el PAC CDMX (SEDEMA, s/f.a) se planteó la necesidad de sumar los esfuerzos de diversas dependencias (SEDEMA, SEDECO, SECTEI, STyFE, SIBISO) e instituciones de gobierno (INVI, Comisión de Reconstrucción, alcaldías), del sector empresarial, de organismos de capacitación y de investigación, instituciones financieras, organizaciones gubernamentales, y de involucrar a la población que vive y

¹¹⁹ En México, a nivel federal, el CONEVAL tiene en su página oficial un listado de sólo 15 evaluaciones de impacto de programas federales que fueron realizadas entre 1992 y 2007 (se desconoce si después de esa fecha no se han llevado a cabo este tipo de evaluaciones porque no hay más información disponible). Por su parte, en la Ciudad de México, de las 28 evaluaciones realizadas por EVALUA DF en el periodo 2008-2013, solo una fue de impacto (Cardozo, 2015). Específicamente en el sector ambiental, según Sotelo Núñez, Rosas Huerta y Rodríguez Cardozo (2015), de las 142 evaluaciones de programas de medio ambiente que se realizaron durante el periodo 2007-2012, sólo una fue de impacto y se realizó en 2007, y durante el periodo 2013-2014, de las 36 que se realizaron, ninguna fue de impacto.

trabaja en la Ciudad, para operar el *Programa*. A pesar de ello, no se generó un mecanismo de gobernanza para fortalecer a la SEDECO en su papel de coordinación de la implementación y el seguimiento del *Programa*, y varios de los actores, que debieron tener una participación activa, como la SEDEMA y las alcaldías, no se involucraron ni se asumieron como parte del mismo. De hecho, ninguno de los actores involucrados hizo alusión, en ninguno de los ejes, a sus actividades como parte de *Ciudad Solar* e incluso hubo quienes no sabían, al momento en que se les entrevistó, que formaban parte de esta iniciativa.

La falta de comunicación y la inexistencia de dicho mecanismo de coordinación y gobernanza, y de un sistema de seguimiento del *Programa*, en el que todos los involucrados asumieran las responsabilidades que les fueron asignadas como parte de éste, e informaran de manera periódica sus avances, provocó **deficiencias en su eficacia para lograr los objetivos** establecidos. Entre éstas cabe destacar las siguientes:

- Existen diversos documentos y presentaciones sobre *Ciudad Solar* en páginas de dependencias del gobierno de la Ciudad y en el sitio oficial del *Programa*, que no tienen la rigurosidad que caracteriza a los instrumentos de política, lo que generó inconsistencias importantes. Ello puede obedecer a que, a la fecha, no se ha publicado en la GOCDMX el Plan General de Desarrollo que rige la gestión pública para el periodo 2018-2024. Por ejemplo, en ocasiones, la misma meta se menciona en un documento con temporalidad anual, en otro con temporalidad mensual, o a veces sin temporalidad¹²⁰.
- Al ser *Ciudad Solar* uno de los ejes de la Estrategia Local de Acción Climática y del Programa de Acción Climática (SEDEMA, s.f.a), el **énfasis de las metas se puso en la reducción de emisiones de GEI**. A excepción del Eje 1, todos los demás establecieron metas en este sentido, aunque las instituciones involucradas en su cumplimiento no tenían conocimientos en esta materia, no contaban con los elementos para cuantificarlas porque desconocían las metodologías para hacerlo, no tenían personal y tampoco atribuciones para ello. Este es el caso del INVI, la Comisión de Reconstrucción, la SIBISO, y el FICEDA. La SEDECO, por su parte, no contó con los recursos humanos ni el tiempo suficiente para apoyar en esta actividad.
- Se identificó **falta de rigurosidad en el planteamiento y en el seguimiento de las metas de mitigación**: en ocasiones se reportan éstas en unidades de CO₂ y otras veces en unidades de CO_{2e} equivalente¹²¹, lo que no es equiparable y tiene impactos en el diseño de las medidas de mitigación que se deben implementar. Por otro lado, con respecto a la reducción de emisiones, diversas fuentes reportan datos distintos sobre el mismo asunto, a veces incluso en el mismo

¹²⁰ En el caso del parque solar de la CEDA se mencionan ahorros anuales para el FICEDA de 7.5 millones de pesos en el *Informe de avances integrados 2019-2021* (SEDEMA s/f.b), y en el portal del gobierno de la CDMX (2023) se señala que se tendrán ahorros de 3.5 millones de pesos al año; o bien, en el Informe de avances mencionado anteriormente se señala que la planta generará la electricidad equivalente al consumo de 15,240 viviendas, mientras que en el *Quinto Informe de Gobierno* se afirma que la generación de 25 gWh al año equivale al consumo eléctrico de 37,113 hogares promedio en México.

¹²¹ En ocasiones, incluso la misma meta se reporta a veces en tCO₂ y otras en tCO_{2e}. Por ejemplo, en el Informe de avances integrados antes mencionado (SEDEMA, s.f.b pág. 74) y en el documento “Ciudad Solar. Estrategia de sustentabilidad energética: metas 2019-2024” la meta de mitigación de emisiones de las MIPyMES se establece en toneladas de CO_{2e}, mientras que en el *Cuarto Informe de Gobierno* esta misma meta se reporta en toneladas de CO₂ (pág.294).

documento¹²². Estas inconsistencias no permiten conocer con exactitud el nivel de avance en el cumplimiento de las metas.

- En el planteamiento de las metas se identificaron áreas de mejora. El desarrollo de diagnósticos precisos y consensados con los actores involucrados debe ser la pauta para que éstas sean realistas y alcanzables. Por ejemplo, en el caso de la construcción de la planta fotovoltaica en la CEDA, que ha sido señalada por el titular de la SEDECO como la obra distintiva de Ciudad Solar, se tuvieron que realizar varias actividades que no estaban previstas en el diseño del proyecto y que se identificaron en la fase de ejecución, tales como reforzar las estructuras de montaje de los paneles FV e impermeabilizar los techos, lo cual retrasó el inicio de su construcción y, por lo tanto, el cumplimiento de la meta. En la planta productora de biodiésel, las metas se establecieron de forma mensual o anual, siendo que, según comentó el FICEDA, éstas se fijan atendiendo a una lógica de negocio en función de la demanda del producto. En este caso tampoco se contó con información previa sobre la cantidad y la calidad de los aceites usados que se producen en la CEDA y en sitios aledaños, así como de sus características, para determinar la viabilidad de utilizarlos (aceite animal vs aceite vegetal), se generaron dificultades para obtener el principal insumo para la producción de biodiésel a base de aceite vegetal, dado que la mayoría de lo que se desecha en la CEDA es de origen animal.
- Algunas actividades fueron puestas bajo la responsabilidad de instancias que tenían sus propias metas, independientemente de los resultados que buscaba *Ciudad Solar*, como es el caso del INVI, la Comisión de Reconstrucción, las alcaldías, y el FICEDA. Esto, aunado a la falta de comunicación que se ha dado a lo largo del proceso, provocó que no se dieran sinergias entre los actores y no se pudieran sumar los esfuerzos para reportar de manera conjunta.
- Para la consecución de las metas se consideraron presupuestos y personal de “otros programas” del gobierno de la CDMX, pero en ningún documento se mencionó cuáles eran esos programas, ni cuánto presupuesto destinarían para ello. Además, no está disponible la información sobre los montos de inversión que asignaron otras dependencias y sectores a actividades relacionadas con *Ciudad Solar*, porque, como se señaló anteriormente, las dependencias e instituciones involucradas en la implementación de este *Programa*, en muchas ocasiones, desconocían que formaban parte de éste. Ello puede demostrar que no hubo un compromiso acordado para formar parte de este proyecto que requiere de la atención conjunta de los problemas que enfrenta la Ciudad, y dificultó la transparencia del ejercicio de los recursos utilizados en *Ciudad Solar*.

Sobre este punto la SEDECO señala que no se pretendía coordinar la totalidad de las acciones de transición energética consideradas en *Ciudad Solar* debido al tamaño del equipo de trabajo de la DGEySE y al presupuesto que le fue asignado, así como a las atribuciones de las diferentes dependencias. Lo que se pretendía desde esa Dirección General era difundir el *Programa* entre las dependencias y entidades del gobierno de la Ciudad y el sector privado, y dar asistencia

¹²² En el *Quinto Informe de Gobierno* se menciona que a partir de 2024, la planta FV de la CEDA generará una reducción de 13,852 toneladas de CO₂ al año (Gobierno de la CDMX (2023), pág. 243) y también se señala que la reducción será de 11,421 ton de CO₂ (pág. 354); por su parte, en el *Informe de avances integrados* se dice que con su puesta en marcha se estima una reducción de emisiones equivalente a 13,550 toneladas de CO₂ al año (SEDEMA, s.f.b, pág. 71).

técnica a las dependencias, lo cual se hizo con la Comisión de Reconstrucción, SACMEX, la SIBISO, la SSC, entre otras, sin pretender atar sus propios programas de trabajo a *Ciudad Solar*.

- La **participación del sector privado**, si bien es un elemento clave que jugó un papel importante en todos los ejes, dificultó contar con información para evaluar los avances de las metas. Al no estar obligados a publicar la información de sus actividades, y al no haber manifestado su vinculación y su aportación al programa *Ciudad Solar* en sus páginas oficiales, no fue posible contar con información que permitiera dar seguimiento a las metas establecidas. En particular, este fue el caso de la construcción de la CEDA o de la operación de la planta de biodiesel.

Además de los problemas antes mencionados, se presentaron situaciones no previstas durante los años de implementación de *Ciudad Solar*, como la pandemia provocada por el coronavirus SARs CoV2 que obligó, a inicios de 2020, a instrumentar estrategias para evitar el contagio, como el cierre de oficinas y negocios, la restricción de la movilidad, el distanciamiento social y confinamiento de la población. Ello, además, produjo cambios en las prioridades del gobierno de la Ciudad y, consecuentemente en la asignación de presupuesto para algunas actividades que tenía previstas el *Programa*. Todo ello provocó **deficiencias en el logro de los objetivos**, ya que, a finales de 2023, no se han cumplido las metas publicadas por la SEDECO en la página de *Ciudad Solar* en ninguno de los ejes, y no se ve factible que estas se logren en lo que resta de la presente administración, antes del cambio de gobierno en octubre de 2024. El hecho de haber tenido resultados mucho menores de los que se esperaba provoca que los impactos económicos, sociales y ambientales del *Programa* tampoco hayan sido de la magnitud prevista.

En términos de **eficiencia**, se identificaron **deficiencias en la asignación de recursos económicos y humanos**. El origen de *Ciudad Solar* se sustentó en la problemática del cambio climático, cuya atención es atribución y responsabilidad de la SEDEMA, pero la obligación de instrumentar el Programa recayó en la SEDECO, específicamente en la DGDySE, por tener la facultad de proponer e implementar la política energética de la CDMX. Sin embargo, no se dotó a dicha área con el presupuesto, ni con los recursos humanos necesarios para ello, ni se generaron los mecanismos de coordinación con otras dependencias e instituciones cuya participación era necesaria para lograr los objetivos y metas con la suma de los esfuerzos de todos. Además, con base en la información documental analizada, los montos de inversión que se habían previsto al inicio de la administración en todos los ejes no se lograron.

Independientemente de las deficiencias encontradas en la planeación, gestión y operación del *Programa*, desde la perspectiva de las personas entrevistadas, **todos los ejes fueron útiles y respondieron a sus necesidades**. La gran mayoría de los actores que tuvieron un papel activo en la implementación de *Ciudad Solar*, tanto del sector gubernamental como del privado, al igual que quienes se beneficiaron de los apoyos, están satisfechos con esta iniciativa del gobierno de la CDMX porque han registrado beneficios económicos que les han permitido mejorar en alguna medida sus condiciones de vida y de trabajo. El problema, sin embargo, fue el limitado alcance de las acciones, que no permite generalizar los impactos a la sociedad y el desarrollo económico de la Ciudad.

Con respecto a la **sostenibilidad** del *Programa*, se puede afirmar que este tiene expectativas favorables, ya que el contexto internacional es propicio, el marco programático y normativo nacional y local es acorde, el interés de los actores involucrados y de la población beneficiaria es alto y, en la mayoría de los casos, los beneficios que generó seguirán teniendo impactos positivos en el corto, mediano y largo

plazo. Además, al ser uno de los ejes de los instrumentos de largo plazo de la política de cambio climático de la CDMX (ELAC y PACCM), está prevista su continuidad en los próximos años.

Por último, en materia de **equidad e igualdad de género**, se ha señalado que el Programa *Ciudad* en su conjunto no fue desarrollado a partir de un análisis de género interseccional, aunque la política climática de la CDMX está enmarcada en los enfoques y principios de los derechos humanos y la equidad de género. Sólo en el Eje 1 se plantearon dos medidas para dar preferencia a las mujeres en determinadas situaciones. Sin embargo, aunque en ese eje aumentó la participación femenina durante el periodo 2019-2021, ello no resultó efectivo dado que fue muy escasa (13.7% en 2019 y 21.1% en 2021). La energía es un servicio básico en las viviendas y su consumo varía en función del contexto social, cultural y del nivel de ingresos que perciben las personas y las familias. Las mujeres y los hombres usan la energía de acuerdo con sus necesidades, que son determinadas por los roles tradicionales de género, por lo que la carencia de este servicio en los hogares, o la falta de los recursos para pagarlo, afecta en mayor medida a las mujeres, que son las responsables del trabajo doméstico y del cuidado de los miembros del hogar.

Con el análisis de los impactos que ha tenido cada uno de los ejes y con la visión general recién planteada se puede concluir que los impactos económicos, sociales y ambientales que ha tenido el Programa *Ciudad Solar* en la actividad económica y en las condiciones de vida de la población de la Ciudad de México han sido muy limitados. En términos económicos, no se pudo comprobar la generación de los 10,700 empleos verdes que se esperaban como resultado del *Programa*. Los informes disponibles hablan, por lo general, del potencial que tienen las actividades previstas para crear éstos – por ejemplo, la construcción de la CEDA o la capacitación de las personas instaladoras – pero no existe información específica disponible para poderlo verificar. Por otro lado, dado que solo se apoyó a 72 MIPyMES, tampoco se puede considerar que se fortaleció a ese sector de la economía de la Ciudad, constituido por más de 460 mil empresas de este tipo. En términos sociales, los beneficios que aportaron las acciones de *Ciudad Solars* solo fueron aprovechados por una mínima parte de la población de la CDMX, por lo que tampoco se puede hablar de un impacto significativo en las condiciones de vida de la población que habita en esta. Y en términos ambientales, si bien ya se ha señalado que cualquier reducción en el consumo de combustibles fósiles en procesos productivos, comerciales o de servicios tiene algún impacto positivo en la calidad del aire de la Ciudad, se puede afirmar que las emisiones que se evitaron con las acciones de *Ciudad Solar* tampoco fueron significativas, dado el corto alcance que tuvieron. Según las metas generales planteadas para el periodo 2019-2024, se mitigarían 2,026,600 tCO₂ con todas las acciones previstas en el *Programa*, lo cual significa apenas el 1.76% de las emisiones totales de GEI de la Ciudad de México (SEDEMA, 2023)¹²³. Al no haberse logrado buena parte de las metas, la disminución de las emisiones es todavía menos relevante.

Cabe señalar, sin embargo, que las limitaciones mostradas en los alcances directos del *Programa* obedecen, en buena medida, al reducido presupuesto que se asignó a esta intervención. A pesar de ello, *Ciudad Solar* generó evidencia de la viabilidad técnica, financiera, ambiental y económica de la instalación de paneles fotovoltaicos en empresas y viviendas, bajo esquemas de inversión en energía renovable que no descapitalizan a las pequeñas y medianas empresas. Por ejemplo, según lo reportado

¹²³ Según el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 2020, las emisiones totales de GEI de la CDMX en 2020 fueron 19,097,213 tCO₂. Si se toma esta cifra como referencia, el total de emisiones en el periodo 2019-2024 ascendería a 114,583,278 tCO₂.

por SEDECO, la instalación de sistemas fotovoltaicos y calentadores solares en 72 Mipymes logró detonar una inversión privada en energía renovable de 28 millones de pesos con proyectos autofinanciables en 5 años.

Asimismo, según información de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), entre 2018 y 2023, se incrementó el volumen de negocios de energía limpia y la capacidad instalada en la Ciudad de México. El número de contratos en Sistemas de Generación Distribuida de energía solar pasó de 7,376 en diciembre de 2018 a 17,665 en diciembre de 2023 y la capacidad instalada en este tipo de energía pasó de 64.68 MW en diciembre de 2018 a 148.08 MW en diciembre de 2023¹²⁴, lo que muestra una expansión significativa de la capacidad de generación de energía solar en la Ciudad de México. Asimismo, según datos de INEGI (INEGI, 2022¹²⁵), el parque de energía solar térmica instalado en la CDMX en 2018 era de 138,246 calentadores solares en viviendas y en aproximadamente 70,000 m² en negocios y comercios; en 2022 se registró un total de 284,406 instalaciones en vivienda y 142,000 m² en negocios. Lo anterior muestra un incremento significativo, ya que en 5 años prácticamente se duplicó el acumulado histórico de calentadores solares. Como parte del trabajo de incentivo de la generación de energía limpia en la Ciudad de México, la DGDySE-SEDECO reportó que logró que una cadena comercial de materiales y productos para el hogar lanzara una campaña de promoción para la venta de calentadores solares y módulos fotovoltaicos a meses sin intereses, contando además con el apoyo de instaladores de energía solar certificados por el programa de competencias profesionales de la SEP (CONOCER).

En la siguiente tabla se resumen los resultados de la evaluación de los siete criterios en cada eje, y se otorga una calificación al impacto del *Programa* en su conjunto con base en las calificaciones obtenidas por la mayoría de los ejes. Es decir, en el caso de la pertinencia, dado que todos los ejes resultaron ser relevantes, la calificación del Programa en su conjunto es “pertinente”. En casos como la coherencia, donde un eje obtuvo calificación “buena”, otro eje obtuvo “regular” y tres obtuvieron “mala”, la calificación que se otorga al *Programa* en su conjunto es “mala”, dado que eso es lo que resultó en la mayoría de los ejes. Con respecto a los impactos económicos, sociales y ambientales, la calificación se otorgó en función del grado en el que el Programa contribuyó a transformar la economía de la CDMX, a mejorar las condiciones de vida de la población que habita en ésta, y a mejorar la calidad del aire de la Ciudad.

¹²⁴ CRE (2018 – 2023). Estadísticas Semestrales de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), 2018 – 2023. Consultado en <https://www.gob.mx/cre/documentos/pequena-y-mediana-escala>

¹²⁵ INEGI (2022). Instituto Nacional de Estadística y Geografía; ENIGH 2018 y 2022. INEGI. Consultado en <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2022/>

Tabla VII.1 Evaluación general del impacto del Programa *Ciudad Solar*

Característica	Calificación	Eje 1 Capaci- tación	Eje 2 MIPyMES	Eje 3 Energía solar en viviendas	Eje 4 Generació n eléctrica	Eje 5 Planta biodiesel	Total Programa
Relevancia/Pertinencia							
El <i>Programa</i> está en línea con las prioridades nacionales y locales y aporta al cumplimiento de compromisos del país en materia de cambio climático y transición energética	Pertinente (P)	X	X	X	X	X	X
Coherencia							
El proyecto se coordinó de manera adecuada con actores e instituciones participantes	Bueno (B)		X				
El proyecto tuvo algunas deficiencias en la coordinación con actores e instituciones participantes	Regular (R)	X					
El proyecto tuvo deficiencias importantes en la coordinación con actores e instituciones participantes	Malo (M)			X	X	X	X
Eficacia / Efectividad							
Sólo hubo deficiencias menores	Satisfactoria (S)	X	X				
El proyecto tuvo deficiencias importantes en el logro de sus objetivos	Insatisfactoria (I)			X	X	X	X
Eficiencia							
El proyecto asignó los recursos de manera adecuada	Satisfactoria (S)	X					
El proyecto tuvo deficiencias en la asignación de los recursos	Insatisfactoria (I)		X	X	X	X	X
Utilidad							
Los resultados de la actividad/proyecto respondieron a las necesidades de las personas/instituciones	Satisfactoria (S)	X	X	X	X	X	X
Sostenibilidad							
Riesgos moderados	Moderadamente probable (MP)	X		X	X	X	X
Riesgos significativos	Moderadamente improbable (MI)		X				

Característica	Calificación	Eje 1 Capaci- tación	Eje 2 MIPyMES	Eje 3 Energía solar en viviendas	Eje 4 Generació n eléctrica	Eje 5 Planta biodiesel	Total Programa
Equidad e igualdad de género							
El proyecto generó algunas mejoras en las condiciones de vida de las mujeres	Moderadamente probable (MP)		X	X			
El proyecto no generó mejoras en las condiciones de vida de las mujeres	Improbable (I)	X			X	X	X
Impactos sociales							
El proyecto no contribuyó a modificar las condiciones de vida de la población de la CDMX	Bajo	X	X	X	X	X	X
Impactos económicos							
El proyecto contribuyó en alguna medida a la transformación de la economía de la CDMX	Medio		X	X			
El proyecto no contribuyó a la transformación de la economía de la CDMX	Bajo	X			X	X	X
Impactos ambientales							
El proyecto contribuyó en alguna medida a mejorar el medio ambiente de la CDMX	Medio		X	X	X	X	X
El proyecto no contribuyó a mejorar el medio ambiente de la CDMX	Bajo	X					

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de gabinete y en el trabajo de campo.

VIII. Conclusiones

La evaluación de impacto de programas y políticas es un ejercicio complejo y constituye un gran reto, ya que su objetivo principal es comparar mediante un estudio experimental, la situación de las personas beneficiadas “antes” y “después” de una intervención, contra un grupo de control compuesto por personas no beneficiadas (contrafactual). Por lo general, no existe información de base que permita hacer esa comparación, y ese es el caso del Programa *Ciudad Solar*. En México, según los Lineamientos generales para la evaluación de los programas federales de la APF ya mencionados, la evaluación de impacto mide cambios en los indicadores de resultados atribuibles a la gestión del programa.

Los Términos de Referencia (TdR) elaborados por EVALUA-CDMX para la evaluación de impacto del Programa *Ciudad Solar* de la Ciudad de México (2023) determinaron que, dada la falta de la contrafactual para realizarla, se debía seguir una estrategia metodológica no experimental, para recuperar la información de la operación y resultados de cada uno de sus cinco ejes estratégicos, desde la perspectiva de la población beneficiaria. De esta manera, tomando como guía las preguntas de investigación planteadas en dichos TdR, la evaluación que se presenta en este informe se basa, tanto en el trabajo de campo, como en la investigación documental que se hizo para conocer y analizar las metas, acciones y resultados obtenidos en la operación de *Ciudad Solar*.

Es importante señalar que, al término del año 2023, ninguno de los instrumentos de planeación de la administración 2018-2024 del gobierno de la Ciudad de México se encuentra publicado en la GOCDMX, por lo que los documentos disponibles en las páginas del gobierno de la Ciudad que se utilizaron para hacer la evaluación de impacto carecieron de la rigurosidad que deben tener los instrumentos de planeación oficiales. Ello generó inconsistencias en la información publicada sobre las metas y sus avances, y dificultó la identificación y cuantificación de los impactos económicos, sociales y ambientales que ha tenido el Programa. Además, se observó un uso indistinto de los términos “programa” y “estrategia” para referirse a *Ciudad Solar* que confunde, porque cada uno de esos conceptos tiene implicaciones temporales y de alcance distinto.

Para el trabajo de campo se realizaron 21 entrevistas en profundidad con personas que participan en la implementación de las actividades del *Programa y/o* que tienen amplia experiencia en la instalación de sistemas solares y/o en la planeación y ejecución de acciones para promover la transición energética en nuestro país (Ver Anexo 7). Asimismo, se aplicaron dos encuestas en línea para recabar información de las personas que fueron apoyadas para capacitarse, así como de las MIPyMES beneficiadas, que fueron respondidas por 121 personas en el primer caso (17% del total), y por 19 en el segundo (26% del total). También para conocer la opinión de las personas que habitan en viviendas donde se instalaron calentadores solares de agua mediante los programas del INVI y de la Comisión de Reconstrucción se realizaron 85 entrevistas directas en 8 alcaldías de la ciudad. Sobre las viviendas beneficiadas por las alcaldías mediante los Presupuestos Participativos, no fue posible contar con información.

En el proceso de evaluación se identificaron diversas problemáticas de carácter programático, presupuestal, administrativo, de comunicación, de transparencia y de organización, cuyas particularidades se han mencionado a lo largo del documento, que influyeron de manera importante en el alcance de los impactos logrados por *Ciudad Solar*. En este apartado sólo se mencionan brevemente las que el equipo consultor considera las más significativas.

Respecto de los impactos, como señalan Ester García Sánchez y Myriam Cardozo Brum (García Sánchez y Cardozo Brum, 2017), las percepciones de estos sólo permiten obtener una medida indirecta de los mismos. Además, existen distintas formas de definirlos. Los estudiosos de las evaluaciones de impacto identifican tres elementos principales que permiten su caracterización: el marco temporal, su diferencia con respecto a los resultados y el ámbito en el que se producen. Sin embargo, parece haber consenso en el sentido de que los impactos son los “efectos de largo plazo positivos y negativos, primarios y secundarios, producidos directa o indirectamente por una intervención para el desarrollo, intencionalmente o no”, que se producen como consecuencia de los resultados obtenidos con la intervención, que son los efectos directos de corto y mediano plazo. Por lo anteriormente dicho, los impactos sociales, económicos y ambientales del Programa *Ciudad Solar* que fueron identificados mediante el trabajo de campo no se podrán observar, en la mayoría de los casos, en el corto plazo.

En este contexto, la presente evaluación tomó las metas establecidas para el periodo 2019-2024, independientemente de su nivel de ambición y alcance, y los resultados obtenidos al término de 2023, así como las opiniones de las personas entrevistadas, como base para determinar el nivel de los impactos económicos, sociales y ambientales del *Programa*.

A continuación se presentan las principales conclusiones, a las cuales se llegó utilizando los criterios de pertinencia, coherencia, eficacia, eficiencia, utilidad, sostenibilidad y equidad/igualdad de género, que fueron definidos en la metodología de esta investigación que se explica en el Capítulo V de este documento ¹²⁶.

1. Conforme al marco teórico que se siguió para desarrollar la evaluación, es claro que **México se ha sumado a los esfuerzos internacionales por el cuidado del medio ambiente, el combate al cambio climático y la transición energética**, y ha establecido compromisos para transitar hacia un modelo de desarrollo bajo en carbono, con menor impacto ambiental, y con una visión de largo plazo para asegurar el bienestar de las generaciones presentes y futuras.
2. La **Ciudad de México está en línea con ello** y ha sido una de las entidades federativas más activas en la creación de instrumentos normativos, programáticos y operativos para cuidar el medio ambiente, promover el desarrollo sustentable, el crecimiento verde y la economía circular, combatir el cambio climático, adaptar a su población a los efectos del calentamiento global y descarbonizar su matriz energética. El entonces llamado Distrito Federal fue la primera entidad del país en contar con un Plan Estatal de Cambio Climático en 2008, y a la fecha es el único estado que, según la plataforma de información sobre la implementación de la política climática subnacional del INECC, cuenta con todos los instrumentos que se han identificado para ello a nivel local¹²⁷. La CDMX ocupa una posición de liderazgo y de vanguardia a nivel nacional y es un referente en el uso de la energía

¹²⁶ Según M. Cardozo (2015), “La evaluación permite conocer el nivel de desempeño de políticas y programas (resultados e impactos), explicarlo tomando en consideración las características de su diseño e instrumentación pero también del contexto político, social y económico concreto en que se inserta, y valorarlo a la luz de un conjunto de criterios como la pertinencia, la congruencia, la eficacia, la eficiencia, la calidad, la equidad, entre otros”.

¹²⁷ Entre los instrumentos de política climática estatal que se consideran en la plataforma se encuentran los siguientes: Ley de Cambio Climático y su reglamento, Programa de Cambio Climático, Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, Fondo estatal de cambio climático, Programa de gestión integral de la calidad del aire, Inventario estatal de emisiones, Ley de manejo integral de residuos y su reglamento, Programa de gestión, manejo y disposición final de residuos, Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial, Atlas de Riesgos, Planes o Programas de Desarrollo Urbano, Reglamento de Construcción y Programa de Movilidad. Consultado en: <https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Intro.html>

solar y de la economía circular en el país, pues es la única entidad federativa que cuenta con una Ley en esta materia, situándose por encima del gobierno federal. Ha sido reconocida por organizaciones internacionales como *Carbon Disclosure Project* (CDP) que le ha otorgado la máxima calificación en materia de acción climática y la ha clasificado como una de las 122 ciudades de todo el mundo que asume un liderazgo audaz en materia de acción ambiental y transparencia¹²⁸. Con las acciones que ha llevado a cabo **contribuye** de manera activa al cumplimiento de los compromisos que ha asumido México para implementar **la Agenda 2030 y el Acuerdo de Paris**.

3. El Programa *Ciudad Solares* es un **programa ambicioso, conceptualizado en el marco de las acciones que desarrolla la Ciudad para sumarse a los esfuerzos para mitigar las emisiones de CO₂**, que busca “transformar la forma en la que nos relacionamos con el entorno para transitar hacia una ciudad sustentable, resiliente, incluyente, innovadora y de derechos” (SEDEMA, s/f). Fue creado para **promover el uso de la energía del sol en los sectores público, empresarial y en los hogares, y con ello fortalecer la economía de los pequeños negocios y las familias y reducir las emisiones de CO₂ en la CDMX**. Con ello aporta también al cumplimiento de los compromisos que ha hecho la Ciudad con la Agenda 2030 y el Acuerdo de Paris, lo que ha sido reconocido por la Asamblea General de Asociados del Consejo Mexicano de la Energía (COMENER), que en agosto de 2023 le otorgó al gobierno de la CDMX el mérito energético por las contribuciones que ha hecho este *Programa*¹²⁹.
4. Los instrumentos de la política climática de la CDMX plantean que la colaboración institucional es un elemento indispensable para diseñar y llevar a cabo medidas de largo plazo. Por ello, en la implementación de *Ciudad Solar* han **participado diversas dependencias e instituciones del gobierno de la Ciudad, del sector privado, de la academia y de la sociedad civil**, que han aportado recursos económicos y humanos, conocimiento, empeño y voluntad para contribuir a lograr el propósito para el que fue creado. Sin embargo, el *Programa* **careció de la alineación con los instrumentos de planeación de otros sectores** de la Administración Pública Local y, principalmente, de la participación corresponsable de **actores clave** como la SEDEMA y las alcaldías, que **no se sumaron activamente a los esfuerzos de Ciudad Solar, ni se asumieron, en su totalidad, como parte del Programa**¹³⁰. Ello ha dificultado la integración de la información sobre los resultados alcanzados y la cuantificación de éstos.
5. Entre los **principales hallazgos** se pueden mencionar los siguientes:
 - **Los cinco ejes de Ciudad Solar son de gran relevancia para promover la transición energética en la Ciudad de México:** 1. La capacitación para la instalación de sistemas solares es muy necesaria para impulsar el mercado de las energías limpias, para generar certeza técnica a los

¹²⁸ Nota publicada en la página de la SEDEMA el 17 de noviembre de 2022. Consultada en: <https://sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/la-ciudad-de-mexico-es-nombrada-lider-climatico-en-la-lista-del-cdp-del-2022#:~:text=La%20Ciudad%20de%20M%C3%A9xico%20fue%20reconocida%20por%20su%20trabajo%20y,las%20metas%20a%20nivel%20global>

¹²⁹ Nota publicada en Reporte Índigo el 1 de septiembre de 2023. Consultada en: <https://www.reporteindigo.com/energia-industria/gobierno/reconocen-a-gcdmx-con-el-merito-energetico-por-estrategia-ciudad-solar>

¹³⁰ Si bien no se observó una participación activa de la SEDEMA en los documentos que reportan actividades de *Ciudad Solar*, es importante mencionar su participación en la actualización de la Norma Ambiental 008 de la CDMX que establece las obligaciones de utilizar energía solar para el calentamiento de agua en viviendas nuevas, y negocios y comercios que utilizan agua caliente para su giro comercial.

usuarios de los equipos y para generar empleos verdes; 2. El apoyo a las MIPyMES es estratégico en una ciudad donde estas constituyen el 98.8% de las unidades económicas, emplean al 85% de la fuerza laboral y aportan el 77% del PIB local necesario, no sólo para que éstas sean más productivas y puedan mantenerse en el mercado, sino también para mantener fuentes de empleo; 3. La instalación de calentadores solares en viviendas amplía el derecho de la población al agua caliente y mejora las condiciones de vida de la población; 4. La generación de energía eléctrica con celdas fotovoltaicas contribuye a evitar fugas de gas, que son la fuente principal de compuestos orgánicos volátiles que contaminan la ciudad y provocan impactos en la salud de la población; 5. La reutilización de residuos, en este caso aceite usado de cocina, es una actividad que evita problemas de contaminación en los drenajes de la ciudad, entre otros aspectos. Sin embargo, **el último eje**, al estar enfocado en la economía circular, si bien es un elemento muy importante para una estrategia de sustentabilidad energética, **estrictamente no debería formar parte del Programa Ciudad Solar**, porque no se relaciona con las acciones para promover la utilización de energía proveniente del sol.

- El conferirle a la SEDECO –cuyas atribuciones están orientadas a promover la sustentabilidad energética y a desarrollar la política económica de la Ciudad de México– la operación de *Ciudad Solar* sesgó los resultados del *Programa*, ya que se dio más importancia a las actividades productivas utilizando alternativas energéticas, que a la protección del entorno ambiental y la acción climática, que son responsabilidad de la SEDEMA.
- Además, la SEDECO, **no cuenta con la estructura de personal, ni con los recursos económicos que se requieren para llevar a cabo una coordinación continua y un seguimiento adecuado de un programa con los alcances planeados**. Conforme al Programa Presupuestario F034, esa dependencia tiene la obligación de implementar las actividades institucionales previstas en los Ejes 1 y 2, pero no así de los otros tres Ejes estratégicos de *Ciudad Solar*. La falta de un mecanismo sólido de gobernanza en el que participaran todos los actores involucrados, que se reuniera periódicamente, compartiera información, discutiera problemáticas enfrentadas, elaborara informes, entre otros aspectos, generó problemas de operación y seguimiento del *Programa*, y provocó que la DGDySE-SEDECO no estuviera informada de los avances del mismo ni tuviera control sobre varias de las actividades. Cabe señalar que, según informó dicha Dirección General, en abril de 2024, solicitó la designación de servidores públicos con poder de decisión para conformar un comité interinstitucional que facilite la instalación de paneles fotovoltaicos en grandes superficies de la Ciudad.
- En el último año de la administración 2018-2024 de la CDMX **no se han logrado las metas previstas en ninguno de los ejes estratégicos**. Ello obedeció a distintas causas: la pandemia provocada por el virus SARs COV (COVID 19) que modificó las prioridades del gobierno de la Ciudad; una mala planeación; la falta de diagnósticos consensados; y la poca coordinación, entre otras. En particular es importante resaltar las deficiencias en el proceso de planeación del *Programa*, ya que una premisa fundamental es que los objetivos sean claros y alcanzables para que se puedan cumplir las metas de cada uno de los indicadores que se diseñaron. En el caso de la viabilidad económica y financiera, los resultados dejan ver que no se contó con el presupuesto necesario para lograr las metas establecidas.

También es importante señalar que el contexto nacional de discusión entre las energías renovables y las convencionales que, a decir de la DGDySE, hacía pensar a algunos actores que el gobierno mexicano no estaba a favor de las energías renovables, no fue propicio para el desarrollo del *Programa*. Para convencer a los usuarios potenciales, tanto del sector privado como del sector gubernamental, acerca de los beneficios que conlleva el utilizar la energía solar y dar certidumbre respecto de su viabilidad fue necesaria una fuerte labor informativa y de convencimiento por parte de esa Dirección General,

- El no haber logrado las metas en ninguno de los ejes, y contar con resultados muy por debajo de los programados, debido al insuficiente presupuesto recibido por el programa, provoca, necesariamente, que los **impactos económicos, sociales y ambientales directos y medibles hayan sido poco significativos**.
- No obstante las deficiencias identificadas, las opiniones de quienes fueron beneficiados con *Ciudad Solar* que fueron recabadas mediante el trabajo de campo permitieron identificar y registrar **experiencias exitosas en cada uno de los ejes** con resultados que, si bien no son de la magnitud que se esperaba, tienen impactos directos e indirectos positivos, que contribuyen en alguna medida a mejorar las condiciones ambientales, económicas y sociales de la Ciudad y de sus habitantes, y que deberán ser retomadas en futuros programas de este tipo.

A continuación, se mencionan las más importantes, así como los impactos identificados con el trabajo de campo.

a) Formación de recursos humanos para la instalación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos y de calentamiento solar de agua

Los apoyos otorgados por la SEDECO tuvieron impacto social, en tanto ayudaron a fortalecer la formación profesional de personas que no habrían podido hacerlo con sus propios medios. Además, quienes no se dedicaban a la venta, instalación, supervisión y/o mantenimiento de sistemas de energía solar antes de tomar los cursos (67% de las personas que contestaron la encuesta), pudieron tener un ingreso dando capacitación y/o asesoría, instalando sistemas con familiares, o desarrollando proyectos, lo cual refleja un impacto económico positivo; sin embargo, quienes ya se dedicaban a actividades relacionadas con la energía solar no mejoraron su ingreso, principalmente porque trabajan en empresas donde tienen un salario fijo. La capacitación, sin lugar a dudas, ampliará las oportunidades y/o posibilidades de las personas para consolidarse en el campo laboral de las energías renovables. La poca participación de mujeres en los cursos muestra las disparidades de género que existen en el campo de las energías, en cuanto a oportunidades. Las mujeres no se encuentran en las mismas condiciones que los hombres para dedicar tiempo a fortalecer sus capacidades, y ello impacta en el acceso al empleo, a salarios adecuados, a incentivos, al reconocimiento y a la conciliación de la vida personal y laboral.

No obstante lo anterior, si se toma en cuenta que, según la prospectiva de talento en el sector energía elaborada por la SENER, la demanda de trabajadores calificados en la industria de sustentabilidad energética que se requerirá en los próximos años podría ascender a alrededor de 16 mil trabajadores, la capacitación de 710 personas con apoyo de *Ciudad Solar* constituye apenas un buen esfuerzo, pero su impacto en el fortalecimiento del mercado como generador

de empleos verdes, competitividad y fomento a la inversión en sistemas solares, que era el objetivo de esta actividad institucional, no pudo constatarse y, en todo caso, se podrá observar en el mediano y largo plazo, Siempre y cuando se de seguimiento a la trayectoria laboral de este grupo de personas capacitadas.

b) Fortalecimiento de las MIPyMES de la Ciudad de México para su permanencia en el mercado

La instalación de SFV y/o de CSA tuvo impactos económicos significativos en las empresas que fueron beneficiadas por *Ciudad Solar*. Todas señalaron que registraron ahorros importantes en el pago de electricidad o de gas que les permitieron bajar sus costos de producción, lo cual les ayudó a mejorar su empresa, a disminuir su vulnerabilidad ante cambios en los precios de los energéticos, y a mantenerse en el mercado¹³¹. También tuvo impactos sociales, en tanto la mayoría de las personas encuestadas mencionó que no habrían podido invertir en estas tecnologías si no hubiera contado con el apoyo de *Ciudad Solar*, y el mantener su negocio les asegura un ingreso y mejores condiciones de vida. Además, gracias a este *Programa* se concientizaron sobre el cambio climático y la importancia de sumarse a la mitigación de GEI y al cuidado del medio ambiente, lo cual, también, puede mejorar su competitividad. En su opinión, es muy importante que el gobierno continúe dando asesoría técnica y acompañamiento a lo largo de los proyectos para asegurar su operación adecuada, así como apoyos a la inversión, además de orientación para conseguir financiamiento, ya que muchas empresas no tienen el capital inicial que se requiere para invertir.

c) Desarrollo del mercado de energías renovables

Las acciones de *Ciudad Solar* han contribuido a fortalecer el mercado de equipos y servicios en el sector de la energía solar de la CDMX. Con la certificación de empresas proveedoras de equipo, el *Programa* promueve el cumplimiento de la normatividad y la oferta de servicios que cumplen con los estándares de calidad que se requieren para asegurar el buen funcionamiento y los beneficios de los equipos a lo largo de su vida útil. Además, según los proveedores que fueron entrevistados, los apoyos de *Ciudad Solar* ayudaron a ampliar la demanda de instalación de sistemas solares, ya que recibieron más solicitudes de asesoría y pudieron concretar la venta de equipos y su instalación en sectores y giros con los que no trabajaban antes. Asimismo, la demanda se amplió porque el *Programa* ayudó a concientizar sobre los beneficios económicos y ambientales que puede generar la instalación de las tecnologías solares.

Por otro lado, con la labor informativa, de convencimiento y de asesoramiento técnico que realizó la DGDySE con autoridades federales y locales, con empresas desarrolladoras, con MIPyMES, y en el sector financiero, se dio un importante impulso a la promoción de la energía solar en la CDMX en el contexto del cambio de paradigma que requiere la transición energética,

¹³¹ Entre los testimonios de personas que cuentan con pequeñas empresas que fueron apoyadas con esta acción institucional que están disponibles en la página de *Ciudad Solar* se encuentra la empresa Eco Print Textil que cambió de colores industriales a colores naturales. Señala la dueña de este negocio que aprovechó el apoyo de la SEDECO porque teñir las telas requiere un alto consumo de agua caliente, y menciona que el sistema de calentamiento solar del agua le redujo sus costos económicos, y además puede tener este líquido durante todo el día.

haciendo énfasis en la importancia de la soberanía e independencia energética que se requiere en el país y en la Ciudad. Prueba de ello es el aumento registrado por la CRE en la capacidad de generación de energía solar en la Ciudad, que prácticamente se duplicó de 2018 a 2022.

Las estrategias y modelos financieros, jurídicos, administrativos y de organización que desarrolló dicha Dirección General, así como las negociaciones con cadenas comerciales de materiales y productos del hogar para promover la venta de calentadores solares y módulos FV, serán de mucha utilidad para ampliar la demanda y provocar la instalación masiva de equipos generadores de electricidad y de calor a partir de la energía solar, en sectores estratégicos en los próximos años.

d) Democratización de la energía. Acceso de la población a agua caliente

Para evaluar este objetivo de *Ciudad Solar* no se dispuso de la información de las 25,053 viviendas que, según los TdR de esta consultoría, fueron beneficiadas con la instalación de calentadores solares de agua por parte del INVI, la Comisión de Reconstrucción y las alcaldías de la CDMX. Solo se pudo constatar la instalación en 9,138 viviendas.

Mediante las entrevistas aplicadas para conocer la opinión de las personas beneficiadas se pudo comprobar que el uso de dichos equipos solares ha tenido un impacto económico importante para las familias, ya que al disminuir su consumo de gas han podido ahorrar entre 50 y 74% en la compra de ese combustible. Además, se han registrado impactos sociales ya que el contar con un calentador solar ha permitido a la mayoría de las personas entrevistadas, que fueron principalmente mujeres, disminuir cargas de trabajo en el hogar y tener más tiempo para realizar otras actividades de importancia para la vida familiar. Adicionalmente, se identificó que el contar con un CSA tiene el potencial de cambiar hábitos y conductas que pueden tener impactos ambientales positivos: las personas se vuelven más conscientes de la importancia de utilizar de manera más eficiente el agua caliente, lo que hace que dediquen menos tiempo al baño y se ahorre agua.

e) Generación de energía eléctrica limpia

La instalación de sistemas fotovoltaicos en edificios públicos, mercados y en la CEDA para disminuir el uso de energía eléctrica producida con combustibles fósiles y con ello evitar las emisiones de GEI tiene un gran potencial para generar impactos económicos y ambientales positivos. Sin embargo, de los 300 edificios que se pensaba sumar a esta acción durante el periodo 2019-2024, en 2023 solo se habían instalado SFV en 5 –2 de la SEDECO y 3 de la SIBISO– y en 7 mercados. La planta solar de la CEDA, cuya construcción se había comprometido para terminar en 2022, no estaba concluida a finales de 2023, por lo que sus impactos se manifestarán en el mediano y largo plazo.

A pesar de los bajos resultados, en las dependencias donde se instalaron equipos solares se pudo comprobar que se registraron ahorros muy significativos en los recibos de luz. Sin embargo, debido a cuestiones administrativas, ello no les generó beneficios directos porque los montos que no se destinan al pago de energía eléctrica, no se pueden utilizar para mejorar sus propias condiciones de infraestructura o de recursos humanos, o para apoyar proyectos y/o

actividades relacionadas con la energía solar. El recurso ahorrado se reintegra a la Secretaría de Administración y Finanzas de la CDMX, pero se desconoce su destino. Si bien en el mediano o largo plazo, el que dicha Secretaría disponga de mayores recursos para asignar a otros programas de la Ciudad, puede tener impactos económicos, sociales y ambientales importantes, según el tipo de programas o actividades a los que se destinen, en la actualidad esto no se puede rastrear y, por lo tanto, medir.

En lo que respecta al parque solar fotovoltaico de la CEDA, al no haber iniciado su operación completa en diciembre de 2023, no se ha podido dotar de energía limpia al Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad, que se planteó como su principal beneficiario. Sin embargo, la puesta en marcha en abril de 2023 de dos plantas de generación distribuida de 50 kW cada una ha producido, según la DGDySE -SEDECO un total aproximado de 1.5 GWh que representa un ahorro económico para el FICEDA del orden de 3 millones de pesos durante su primer año de operación, ya que la energía generada se aprovecha en áreas comunes de la Central. En el caso de los mercados, dado que su operación y mantenimiento son responsabilidad de las alcaldías y que éstas no se sumaron al Programa *Ciudad Solar*, el equipo evaluador no tuvo acceso a sus resultados. Por todo lo mencionado anteriormente, se puede afirmar que esta actividad tuvo impactos económicos y sociales mínimos, tanto para los beneficiarios como para la CDMX.

f) Producción de biocombustible para beneficio del sector transporte

La producción de biocombustible a partir de aceite comestible de desecho constituye una experiencia exitosa de economía circular que aporta a la transición energética de la CDMX. Sin embargo, esta actividad no forma parte del Eje 7 Ciudad Solar en el PAC CDMX 2021-2050, sino del Eje 3. Basura Cero, y en el trabajo de campo se pudo observar que no estuvo vinculada al Programa *Ciudad Solar*. Es por ello que el equipo evaluador considera que, dados los limitados recursos humanos que tiene la SEDECO para coordinar dicho *Programa*, no debería constituir un eje estratégico del mismo.

Independientemente de lo anterior, los impactos de esta actividad han sido poco significativos. De los 2.1 millones de litros que se establecieron como meta de producción anual, según el FICEDA, que opera la planta, la producción promedio mensual en 2022 fue de 2,250, lo que representa el 1.3% de la meta planteada. Si bien la planta tiene potencial para producir una cantidad mucho mayor de biocombustible, la producción depende de la demanda del sector transporte y de la calidad y cantidad del aceite que se recolecte, que todavía es escasa. El Sistema de Transporte Metrobús, que es el principal beneficiario, ha comprobado que el uso del biodiesel alarga la vida útil de los vehículos, y ello les ha generado un impacto económico favorable. Sin embargo, para ampliar su uso en más unidades se requiere reglamentación y un trabajo cercano con las asociaciones que agrupan a los fabricantes de motores para concientizarlos acerca de la eficiencia que puede generar su uso adecuado.

g) Disminución de emisiones de GEI

La reducción de emisiones de GEI es uno de los principales objetivos de *Ciudad Solar*. A excepción del Eje 1, en todos los demás ejes se fijaron metas en esta materia. En el caso de la utilización de energía solar en las MIPyMES, las personas beneficiadas reportaron disminuciones

en su consumo de electricidad y/o de gas, lo cual evitó la emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, considerando que las metas eran reducir 2,360 ton de CO₂e para el año 2024 a partir de la instalación de sistemas de energía solar en 240 molinos de nixtamal en 2019, 10 mil MIPyMES en 2024, y 400 negocios por año con energía solar, y que solo se logró instalarlos en 72 MIPyMES, las emisiones evitadas han sido mínimas y, consecuentemente el impacto ambiental que ha provocado esta actividad institucional ha sido poco significativo para la Ciudad. Si bien no se han alcanzado las metas de reducciones planteadas originalmente de 2,360 ton de CO₂e para los molinos de nixtamal y demás negocios, si se han alcanzado ya las reportadas para las 72 Mipymes más las 731 toneladas de CO₂ e por la operación durante un año de las plantas de generación distribuida de la Central de Abasto. Con el solo proyecto de la Central de Abasto se tendrá un ahorro de emisiones de 12,400 toneladas de CO₂e por año, cantidad muy superior a la planteada originalmente.

Con la instalación de calentadores solares en viviendas también se esperaba mitigar alrededor de 120,000 tCO₂ en promedio cada año, considerado que anualmente se colocarían calentadores solares en más de 20 mil viviendas. Según información provista por SEDECO, en el periodo 2018-2022 la Comisión de Reconstrucción, el INVI y las alcaldías habían instalado 25,053 viviendas y la mitigación anual promedio al 2023 era de 16,730 tCO₂, lo cual representa un porcentaje mínimo de lo esperado. Además, se ha mencionado con anterioridad que el equipo evaluador no pudo comprobar que se hubiera beneficiado a ese número de viviendas, por lo que la cifra de emisiones mitigadas puede estar sobreestimada. Si se considera que, según el Censo de Población y Vivienda 2020, la Ciudad de México tiene 2.8 millones de viviendas, el impacto ambiental que ha tenido este eje del Programa *Ciudad Solar* en la disminución de emisiones ha sido muy limitado.

Respecto de los impactos ambientales que se generarían por la instalación de SFV en edificios públicos, mercados y en la CEDA, es importante recordar que, de los 300 edificios en los que se esperaba instalar estos sistemas durante el periodo 2019-2024, en 2023 solo se habían instalado en 5. Tomando como base que con los 300 edificios se tenía prevista la disminución de la emisión de 2,360 toneladas de CO₂, con los 5 que actualmente cuentan con esos sistemas, se habrá evitado solo la emisión de 39.3 ton de CO₂, lo que representa el 1.7% de la meta prevista. Ello permite concluir que el impacto en la disminución de GEI que tuvo este eje de *Ciudad Solar* fue muy poco significativo.

En relación al parque solar fotovoltaico de la CEDA, si bien se ha registrado una disminución de 731 toneladas de CO₂ por la operación, durante un año, de las plantas de generación distribuida construidas en 2022, esto representa un porcentaje mínimo con respecto a lo esperado (13,550 toneladas de CO₂e al año). Además, como todavía no se encuentra en operación toda la planta, y no se está dotando de energía limpia al Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad, que es uno de sus objetivos, se puede afirmar que hasta el momento no ha tenido impactos ambientales significativos.

Por último, la disminución de emisiones que ha provocado el uso de biocombustible en los vehículos del Metrobús también se desconoce, pero al no haberse logrado la meta de producción, ni su uso masivo en el transporte público, es claro que el impacto ambiental de esta actividad no ha sido importante para la Ciudad. En resumen, el impacto del Programa *Ciudad*

Solar en la disminución de emisiones de GEI dista mucho de lo que se esperaba. No obstante, como se ha mencionado en repetidas ocasiones en este documento, cualquier acción que sustituya el uso de combustibles fósiles por energías limpias como la solar, evita la emisión de GEI y eso tiene un impacto ambiental positivo en la calidad del aire de la Ciudad y, de manera indirecta, en la salud de la población. Cabe mencionar, también, que la inclusión de la perspectiva social y de género en la mitigación de emisiones de GEI es incipiente, tanto a nivel global como nacional, y esto se ve reflejado en el diseño de *Ciudad Solar*.

h) Inclusión femenina en el mercado de la energía solar

El Programa *Ciudad Solar* en su conjunto **careció de un análisis de género**, que es una herramienta metodológica que se debe utilizar desde la planeación de las actividades para examinar las relaciones entre mujeres y hombres, las desigualdades que existen entre ambos en el acceso y control de los recursos, y para asegurar que las intervenciones no exacerbaren las injusticias ni aumenten las brechas de género.

Como efecto de los roles socialmente asignados, como ya se ha mencionado, las mujeres no se encuentran en las mismas condiciones que los hombres para dedicar tiempo a capacitarse, o a atender el negocio, –cuando son dueñas de pequeñas empresas– debido a las responsabilidades que tienen en el hogar y, además de enfrentarse a la falta de liquidez o capital, en muchas ocasiones tienen un escaso conocimiento del funcionamiento del mercado (ASEM, 2022). La falta de este análisis no incentivó la participación de las mujeres en todos los ejes del Programa, y por ello fue casi inexistente. Tampoco permitió conocer la situación de la que parten hombres y mujeres al participar y beneficiarse de las acciones encaminadas a la eficiencia energética, ni identificar sus diferentes necesidades e intereses, para comprobar cómo las acciones del Programa *Ciudad Solar* contribuyeron a la igualdad de oportunidades en beneficio de éstas.

i) Papel de las alcaldías

Si bien forman parte de la administración pública de la CDMX, las alcaldías tienen autonomía para ejercer su presupuesto. En estas demarcaciones se agrupan colonias, pueblos, barrios originarios, comunidades indígenas o unidades habitacionales, y es donde se manifiestan las necesidades de la población. Por ello, cuentan con programas para atenderlas, como los presupuestos participativos, que aunque son limitados, aportan recursos para ayudar a las familias en su economía, y también para mejorar el medio ambiente¹³². En este contexto, su colaboración en el Programa *Ciudad Solar* era fundamental para tener una visión local y colectiva, y para apoyar a la población a instalar las ecotecnias más adecuadas para resolver sus necesidades económicas y de calidad de vida. El hecho de que estas no se sumaran a esta iniciativa, disminuyó los impactos sociales, ambientales y económicos del *Programa*.

¹³² Según la *Ley de Participación Ciudadana de la CDMX* modificada en 2022, los recursos del presupuesto participativo corresponden al 4% anual del presupuesto que apruebe el Congreso para cada una de las alcaldías (GOCDMX, 2022).

j) Papel del sector privado

El sector privado es esencial para promover la transición energética. Una de sus funciones debe ser ayudar a generar confianza en los usuarios de los equipos, ya que, en opinión de los expertos consultados, existe mucha incertidumbre en la población en general, y también entre los empresarios, acerca de la conveniencia de invertir en tecnologías solares, ya sea porque desconocen los beneficios que éstas pueden generar, o bien porque la oferta es abundante y no se tiene la información suficiente para poder seleccionar los equipos más convenientes para resolver las necesidades específicas. Asimismo, las empresas fabricantes de equipo, proveedores, o empresas que se dedican a instalarlos deben asegurar que los equipos y los servicios cumplan con todas las normas aplicables y con la calidad que se requiere para su buen funcionamiento, y dar las garantías que ayuden a que los consumidores tengan confianza en que tendrán un soporte en caso de defectos de fabricación y/o fallas en la instalación. También la iniciativa privada puede generar información para visibilizar los ahorros, y colaborar mediante la realización de campañas de difusión sobre los beneficios económicos y ambientales que conlleva la instalación de estos equipos solares.

k) Escenarios de cambio climático

El deterioro ambiental y el cambio climático impactan de manera distinta a las personas y a los territorios, y generan desigualdades. *Ciudad Solar*, a pesar de ser uno de los Ejes de los instrumentos de la política climática de la CDMX, **no consideró los escenarios de cambio climático en su diseño e implementación**. Según todos los escenarios previstos en el *Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático* del INECC, la Ciudad de México tendrá un aumento significativo de la temperatura media en la mayor parte de su territorio en el corto, mediano y largo plazo, y registrará cambios en los patrones de precipitación que disminuirán las lluvias e incrementarán el estrés hídrico por la falta de recarga de los mantos acuíferos. El uso de los escenarios climáticos da elementos para reducir los impactos económicos, sociales y ambientales del cambio climático, incrementar la resiliencia de la Ciudad de México y reducir las desigualdades sociales y económicas, y por ello deberán constituirse en una herramienta esencial para el diseño de nuevos programas del gobierno de la CDMX. Como señalan la *ELAC 2021-2050* y el *PACC CDMX 2021-2030* (SEDEMA s/f), “las ciudades con sus habitantes y gobiernos son actores fundamentales del esfuerzo global para la acción climática y el desarrollo sustentable”. Por ello, futuros proyectos de este tipo de la CDMX deben alinear las prioridades de política con las necesidades diferenciadas que tienen las personas, y considerar las afectaciones del cambio climático en hombres y mujeres, jóvenes, y personas en situación de vulnerabilidad social y al cambio climático.

En resumen, *Ciudad Solar* es un programa muy pertinente, necesario y oportuno para la transición energética de la CDMX, que tiene un alto potencial para ampliar y consolidar el mercado de la energía solar en la Ciudad, y que puede generar impactos económicos, sociales y ambientales importantes para los habitantes de la CDMX en el corto, mediano y largo plazo. No obstante, los resultados observados muestran que a la fecha los impactos no han sido significativos para la Ciudad de México, dado el corto alcance de las actividades realizadas y de los presupuestos ejercidos. Para lograr que el *Programa* tenga

mayores impactos será necesario contar con un andamiaje institucional sólido que asegure la participación y corresponsabilidad de los actores clave y fortalezca a la SEDECO en su papel de responsable del *Programa*. Ello requiere de ajustes institucionales, administrativos y de operación, así como de medidas creativas y eficientes para generar sinergias y alianzas que hagan posible ampliar sus alcances y lograr los resultados en los próximos años.

En la *ELAC 2021-2050* y el *PACC CDMX 2021-2030* se han identificado actividades adicionales a las realizadas hasta la fecha por *Ciudad Solar*, para que las energías limpias tengan una mayor participación en la descarbonización de la matriz energética de la entidad, que deberán instrumentarse en los siguientes años. Las alianzas y sinergias que se han logrado con diversos actores gubernamentales, del sector empresarial y social, así como las experiencias y lecciones que se han aprendido con la instrumentación de *Ciudad Solar* en el periodo 2019-2023 deberán servir para ello.

IX. Recomendaciones

Durante el proceso de evaluación se identificaron áreas de oportunidad para ampliar el impacto y alcance de *Ciudad Solar* en los próximos años. Estas se encontraron en todas las fases del ciclo que deben seguir las políticas públicas y los programas gubernamentales: la planeación, la gestión, la implementación, y el seguimiento y la evaluación. A continuación, se presentan recomendaciones generales que derivan de los resultados obtenidos de la investigación documental y que retoman las opiniones de las personas que compartieron sus experiencias y conocimientos con el equipo consultor durante el trabajo de campo. Las propuestas específicas que hicieron dichas personas en cada eje estratégico se presentaron en las tablas contenidas en el capítulo VI de este informe.

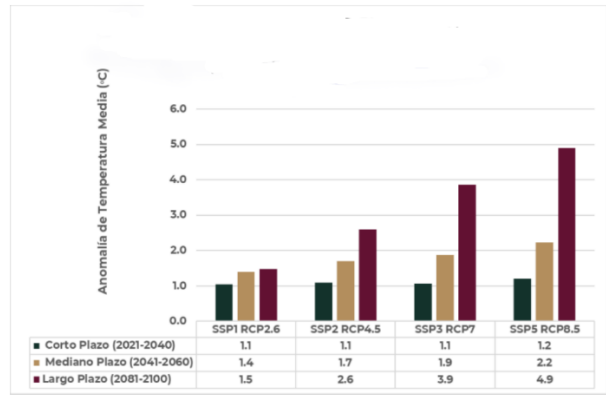
Planeación

- **Precisar la figura que rige la operación de *Ciudad Solar*** para evitar el uso indistinto que se hace de este instrumento como “estrategia de transición energética” conforme al Eje 7 de la *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050* y el *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030* (SEDEMA, s.f.) y/o como “programa que fomenta el uso de la energía solar”. Desde el punto de vista del equipo consultor, se sugiere denominarlo como Programa, ya que, a diferencia de una estrategia que tiene como característica establecer lineamientos de largo plazo, un programa debe implementarse en el periodo de una administración de gobierno. El clasificarlo como programa ayudará a establecer metas e indicadores más precisos y de corto plazo, cuyos impactos serán más fáciles de identificar y de medir. Adicionalmente, se sugiere analizar la conveniencia de mantener dentro de *Ciudad Solar* al eje 5, ya que éste se enfoca en el manejo de residuos y forma parte del Eje 3 de la *ELAC* y el *PAC CDMX*. Esta actividad puede incluirse en la agenda de trabajo de la SEDEMA, quien promueve entre la ciudadanía el correcto manejo, separación y reciclaje de residuos; y para su transporte y aprovechamiento, se sugiere establecer una mayor coordinación entre la SEDECO, las alcaldías y la Central de Abasto, lo que permitirá continuar con el proyecto de la planta de biodiesel para abastecer al mercado y al transporte público.
- **Establecer un mecanismo de gobernanza** tipo comité, consejo técnico, o grupos de trabajo, que garantice la planeación integral y el seguimiento eficaz del *Programa* para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas. En este deben participar los actores clave que inciden en el logro de los objetivos, entre ellos las dependencias e instituciones de gobierno que tienen a su cargo algunas de las metas, fabricantes de equipo, instituciones capacitadoras, asociaciones dedicadas a promover las energías solares, entre otros. La SEDECO puede continuar siendo responsable de la coordinación técnica, pero se tendría que apoyar en dicho mecanismo para dar seguimiento al *Programa*, identificar problemáticas y proponer soluciones para mejorar su implementación, entre otras acciones. Un ejemplo puede ser el Comité de Coordinación Interinstitucional (CCI) que se creó para dar seguimiento al *Programa Nacional para Sistemas de Gestión de la Energía* (PRONASGen) y que fungió como órgano de gobierno. Dicho Comité era presidido por la CONUEE y contaba con la representación de los sectores público, privado y social. Sesionaba de forma ordinaria por lo menos tres veces al año, y de forma extraordinaria cuantas veces fuera necesario. También contó con grupos de trabajo para analizar y tomar decisiones sobre asuntos específicos. Este mecanismo fue un componente muy relevante para tomar decisiones y acciones respecto de la implementación

del PRONASGen, proponer cambios o adecuaciones necesarios para estimular acciones y mejorar los resultados, así como mecanismos para la coordinación de acciones y esfuerzos entre los actores relevantes (SENER-CONUEE, 2019).

- Asegurar el **involucramiento y compromiso de las alcaldías** para que sus actividades se sumen al *Programa*. La *Ley Orgánica de Alcaldías de la Ciudad de México* establece competencias a esas demarcaciones que deben ejecutarse en coordinación con el Gobierno de la Ciudad u otras autoridades en materias como la modernización de las micro, pequeñas y medianas empresas de su territorio, o la conservación, restauración y vigilancia del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente, entre otras. Para ello será necesario que la SEDECO fortalezca la comunicación y coordinación con esas demarcaciones recurriendo a las atribuciones que tienen éstas, tales como presentar a las instancias gubernamentales competentes los programas de vivienda que beneficien a la población de su demarcación territorial, así como realizar su promoción y gestión. De contar con la participación activa de las alcaldías para la difusión e instalación de tecnologías solares en viviendas, mercados, edificios públicos, entre otros, no sólo se ampliaría el presupuesto disponible para la transición energética, sino que se obtendrían mayores impactos económicos, sociales y ambientales en la Ciudad.
- Establecer una **mayor coordinación con el INVI y la Comisión de Reconstrucción** para alinear la política de mejoramiento de la vivienda con la estrategia de transición energética. En opinión de las personas entrevistadas, en espacios de vivienda multifamiliar, el uso de celdas fotovoltaicas para alimentar de energía eléctrica a la iluminación de áreas comunes, y para el funcionamiento de elevadores y bombeo de agua, tendría impactos económicos, ambientales y sociales significativos. Será importante revisar los lineamientos y reglas de operación de los programas de dichas instituciones y de *Ciudad Solar*, y hacer estudios de factibilidad por alcaldía para que tomen en cuenta que existen diferencias entre ellas, ya que no todas tienen las condiciones para equipar a las viviendas con las mismas ecotecias. Como se ha mencionado anteriormente en este informe, la Comisión de Reconstrucción no pudo instalar todos los equipos de calentamiento solar que tenía previsto en alcaldías como Ixtapalapa o Tláhuac, porque se requiere de agua continua para el buen funcionamiento de los equipos y en esas demarcaciones, esa es una limitante. En este contexto, se sugiere también promover la ampliación de los programas mencionados para que todas las viviendas que apoyan tengan sistemas ahorradores de energía y se amplíen los beneficios a otro tipo de ecotecias, como sistemas de captación de agua de lluvia, que respondan de mejor manera a las necesidades de cada demarcación territorial y de su población.
- Contar con diagnósticos para cada eje estratégico, que tomen en cuenta los **escenarios de cambio climático** para que el *Programa* tenga una visión de largo plazo. Según el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático del INECC, el comportamiento del clima observado en la Ciudad de México con relación a la temperatura media refleja que ésta se ha incrementado desde la década de los años ochenta del siglo pasado, y las proyecciones de la temperatura muestran en todos los escenarios de cambio climático un incremento gradual que va de 1.1 a 1.5°C en el escenario más favorable, y de 1.2 a 4.9°C en el escenario más pesimista (Figura IX.1).

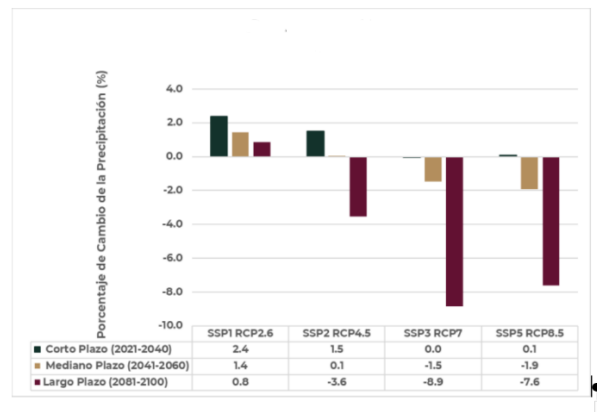
Figura IX.1 Proyecciones de cambio climático de la temperatura media en la CDMX (respecto a 1981-2010)



Fuente: INECC. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Ficha climática. Ciudad de México. Consultado en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/Proyecciones/P_09.html

Por otro lado, también se observa que la precipitación está disminuyendo en la Ciudad de México desde 1991. En la Figura IX.2 se muestran las proyecciones bajo diferentes escenarios y periodos del tiempo que indican que habrá menor disponibilidad de agua por la falta de recarga de los mantos acuíferos y alertan sobre la necesidad de tomar medidas adecuadas para minimizar el estrés hídrico.

Figura IX.2 Proyecciones de cambio climático de la precipitación en la CDMX (respecto a 1981-2010)

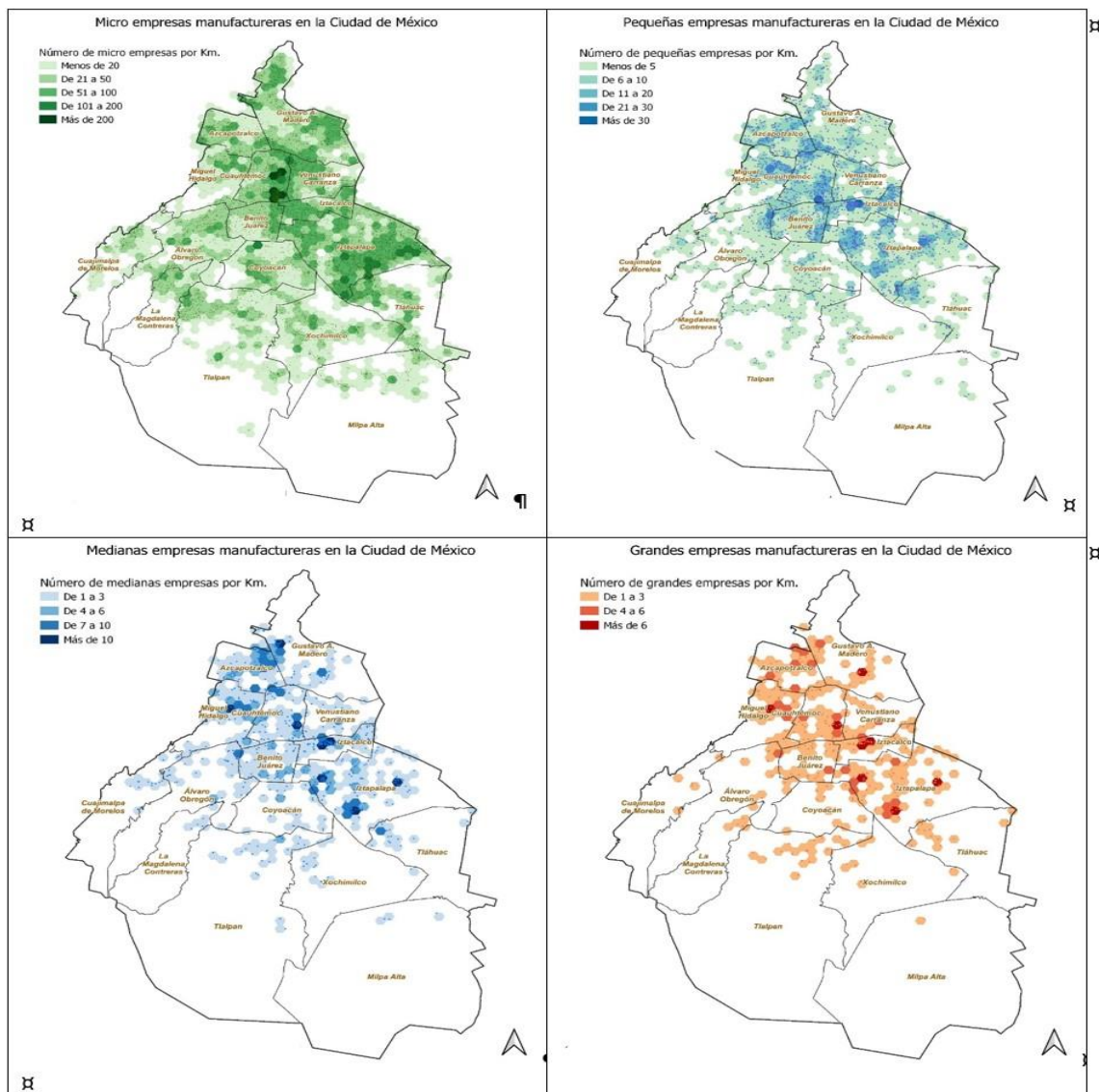


Fuente: INECC. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. op.cit

Las proyecciones sobre el comportamiento del clima en la Ciudad de México ofrecen información de gran relevancia para la toma de decisiones y para que el diseño de las políticas públicas se realice bajo el contexto de cambio climático actual y futuro. Ello permitirá una planificación territorial y sectorial acorde con la situación climática. El objetivo será lograr la reducción del impacto económico, social y ambiental del cambio climático incrementando la resiliencia de la Ciudad, en un contexto de respeto a los derechos humanos y buscando la reducción de las desigualdades sociales y económicas.

- Considerar una **estrategia territorial para focalizar los apoyos a las MIPyMES** en las demarcaciones donde la instalación de sistemas solares puede tener mejores resultados. Por ejemplo, según la SEDECO, la industria manufacturera es el sector que más potencial tiene para introducir el uso de sistemas fotovoltaicos (ver Tabla VI.2.3 de este documento). Como se puede observar en la siguiente figura, todos los tipos de empresas se concentran principalmente en el norte de la CDMX, en las alcaldías Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez, Iztacalco e Iztapalapa. Con estas demarcaciones que, además, según el *Diagnóstico de Transición Energética de la CDMX*, tienen un buen nivel de irradiación solar promedio (ver Figura II.2), será importante establecer una vinculación estrecha para promover la introducción de dichos sistemas.

Figura IX.3 Ubicación de la industria manufacturera en la Ciudad de México, 2023



Fuente: Elaboración propia con base en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), noviembre de 2023 del INEGI.

- Ampliar el *Programa* e **incluir no solo a las MIPyMES sino a otros negocios** como museos, escuelas, hoteles, instituciones de asistencia pública con alto consumo de energía, continuar con hospitales, alcaldías, mercados, y viviendas. Ello ampliará el mercado de la energía solar, aumentará el ahorro energético, y ayudará a disminuir la emisión de CO₂ y la contaminación en la Ciudad.
- Futuros programas y estrategias relacionados con las energías renovables deberían **incluir un análisis de género desde la etapa de planeación** que consideren, entre otros aspectos, la presencia de hombres y mujeres en el sector energético de la CDMX; un análisis de las brechas de desigualdad de género que existen en este sector; las necesidades de las mujeres para, por ejemplo, determinar la oferta de capacitación; y acciones concretas para aumentar la participación de las mujeres en el sector.

También es necesario comprender y superar los desafíos que implica lograr políticas energéticas y climáticas incluyentes con planes de acción género responsivos para evitar que las brechas de género no sólo no desaparezcan, sino que se amplifiquen. Los programas de eficiencia energética deberán considerar estas brechas dado que su alcance abarca ámbitos sociales, laborales, educativos, tecnológicos, financieros y culturales, entre otros, que deberán de pensarse de manera diferenciada para hombres y mujeres, para asegurar que más mujeres se beneficien de los apoyos que da la CDMX. Para ello, deben diseñarse indicadores basados en datos certeros, medibles y alcanzables que surjan del análisis de género y que permitan evaluar, entre otras cosas, las capacidades institucionales en materia de género, el trato igualitario de cada iniciativa institucional, asegurar el mismo número de mujeres y hombres en actividades como la capacitación, conocer si ésta generó salarios equitativos y/o liderazgos en sus ámbitos de trabajo; y que no haya provocado mayores cargas de trabajo en las mujeres, entre otras medidas afirmativas.

Un avance en este sentido se puede consultar en el *Tercer Informe Bienal de Actualización de México ante la CMNUCC* (SEMARNAT-INECC (2022) que, por primera vez en el país, incorporó una revisión del tema de energía y género para identificar acciones que ayuden a reducir las desigualdades entre mujeres y hombres en este sector estratégico para la mitigación del cambio climático.

Gestión

- **Dotar de más recursos humanos a la SEDECO**, particularmente a la DGDySE, para que pueda cubrir todas las funciones que se requieren para la implementación eficiente del *Programa*, tales como: coordinación, difusión, atención a beneficiarios, seguimiento de los resultados, vinculación entre actores, creación de alianzas, entre otros. Actualmente dicha Dirección General cuenta con una estructura de seis personas servidoras públicas, y el recurso que recibió, por ejemplo, para apoyar a las MIPyMES fue el 5.4% del presupuesto original proyectado.
- Identificar **mecanismos financieros que permitan continuar dando apoyos económicos** para la certificación en estándares de calidad a personas instaladoras de equipos solares. Ello para asegurar el cumplimiento de la normatividad, tanto de la que rige a los equipos, como a las personas que los instalan, lo cual es esencial para ampliar el mercado de la energía solar. Se recomienda contar con un conjunto completo de bases legales y regulatorias que los

complementen. Asimismo, se sugiere consultar la “Guía de financiamiento climático para las entidades federativas en México”, elaborada por la Alianza Mexicana Alemana de Cambio Climático (GIZ), que es una herramienta para guiar a los gobiernos de los estados en el desarrollo de una arquitectura financiera que coadyuve a la implementación de su política climática (GIZ, 2017).

- **Fortalecer las capacidades** de las instituciones participantes en la implementación de *Ciudad Solar* respecto del **registro y la integración de datos que permitan cuantificar emisiones de GEI** (actuales y evitadas) para que puedan informar de manera homologada y oportuna sus aportes a la mitigación y sea posible elaborar reportes periódicos de los avances en esta materia. Se sugiere desarrollar una metodología sencilla que establezca la información mínima que se requiere para cuantificar las emisiones de GEI (por ejemplo: marca, modelo y capacidad de los equipos) y elaborar un manual para compartirlo con todas las instituciones/dependencias/alcaldías que participen en el *Programa*. Asimismo, será conveniente mantener una coordinación estrecha con la SEDEMA y con el INECC para la medición y cuantificación de emisiones, ya que ello hará más robusta la información que aporte la Ciudad de México a futuros Informes de Transparencia que presente México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para cumplir con los compromisos establecidos en la NDC en el marco del Acuerdo de París.
- **Fortalecer alianzas** con instancias vinculadas al mercado de las tecnologías de aprovechamiento de la energía solar (térmica y fotovoltaica), tales como empresas productoras y/o comercializadoras de equipos, asociaciones de profesionistas, cámaras, instituciones educativas, instituciones financieras, para ampliar el alcance del *Programa* y generar sinergias que beneficien a todas las partes. Por ejemplo, una experiencia exitosa que reportó la SEDECO fue la alianza que hicieron con la empresa *Home Depot* que ofrece materiales de construcción para mejorar los hogares, para que las personas que se certificaron con los cursos que otorgó esa dependencia, pudieran estar en las tiendas para asesorar a quienes se interesaran en comprar algún equipo y concretaran la venta, para la cual la empresa ofrecía hasta 20 meses sin intereses. También se sugiere fortalecer las alianzas existentes con instituciones y empresas capacitadoras que han manifestado su interés por seguir promoviendo y apoyando la capacitación y certificación en energías renovables, y que están dispuestas a disminuir los costos de sus cursos para incentivar a más personas a obtener una formación institucional en estas materias. Igualmente, para potenciar sinergias y lograr colaboraciones que ayuden a ampliar el *Programa*, SEDECO podría aprovechar su participación en la Junta de Gobierno del ICAT, conformada por representantes del gobierno de la CDMX, entre ellos las Secretarías del Trabajo y Fomento al Empleo, y la de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTEI), y donde pueden participar como invitados a las sesiones, representantes de otras dependencias de la APF o del gobierno de la Ciudad, de los sectores social y productivo, así como especialistas, cuando se traten asuntos que requieran de su presencia.

Implementación/operación

- **Dar continuidad a las actividades que han tenido buenos resultados**, como la capacitación y los apoyos a MIPYMES y viviendas, para no frenar los avances logrados de *Ciudad Solar*, y mantener el interés que han manifestado los grupos participantes por aportar al cuidado del medio ambiente y la mitigación del cambio climático. En el caso de la capacitación, la mayoría de las personas entrevistadas comentaron la importancia de continuar dando apoyos para que quienes se quieran

dedicar a la instalación de sistemas solares cuenten con los certificados de CONOCER, ya que eso beneficia no sólo a quienes se capacitan, sino también a las empresas que se vuelven más competitivas. Cada vez más, en las licitaciones para la provisión de estos servicios, el contar con personal certificado es un requisito y como la tecnología y los equipos están cambiando constantemente, se requiere actualización continua. Muchas personas interesadas no pueden pagar los cursos, además de que no reciben ingresos durante el tiempo que toman la capacitación. También las empresas e instituciones capacitadoras comentaron la importancia de continuar la relación con la SEDECO, ya que hay gente que mostró interés pero que no fue apoyada, que constituye un mercado potencial que se podría aprovechar. Con una comunicación estrecha podrían intercambiar directorios y también apoyar en el seguimiento de las personas capacitadas para identificar la creación de nuevas empresas y empleos verdes.

Otra actividad exitosa que habría que **potenciar es la vinculación ya establecida con instituciones financieras** para impulsar la instalación de sistemas solares en los sectores de mayor importancia, que ya se han identificado. Los modelos financieros que ha desarrollado y probado la DGDySE para entornos de baja liquidez presupuestal y con corto endeudamiento se podrían replicar para dar continuidad a esta actividad en los próximos años en la CDMX.

- **Documentar el trabajo realizado** con otras dependencias/sectores a las que se dio asesoría técnica, tales como la Comisión de Reconstrucción, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), la SIBISO, para asegurar la continuidad de las acciones. Esto debido a que en las dependencias gubernamentales existe una alta rotación de personal y con frecuencia se pierde la memoria histórica.
- **Aprovechar el potencial de mano de obra que se identificó durante las actividades de capacitación** para ampliar la cobertura del *Programa*. En línea con lo mencionado en el punto anterior, en el proceso de selección se identificó a personas interesadas en los sistemas solares, que por algún motivo fueron rechazadas y no contaron con el apoyo, con las cuales se podría establecer contacto para próximas capacitaciones o para el desarrollo de actividades que fortalezcan a *Ciudad Solar*. Entre otros aspectos, se deberá potenciar la participación de mujeres con estrategias que apoyen su inserción en el mercado de las energías renovables, para que ellas también puedan beneficiarse de la generación de empleos verdes y lograr su empoderamiento en este sector. También es importante sumar esfuerzos con las instituciones académicas y empresas capacitadoras, para dar seguimiento a las personas egresadas y contar con información sobre los impactos de la capacitación en el empleo y en la creación de nuevas empresas.
- **Dar mayor difusión al Programa *Ciudad Solar***, no sólo mediante las redes sociales de SEDECO, sino con el apoyo de otras dependencias e instituciones, cámaras, negocios, cines, Metrobús, alcaldías, entre otros. Esta fue una recomendación recurrente, que hicieron tanto quienes operan el *Programa*, como las personas beneficiadas en todos los ejes estratégicos. Por ejemplo, en la plática sostenida por el equipo consultor con la Dirección de Planeación, Evaluación y Tecnologías de Información del Metrobús, ese organismo público ofreció su apoyo para transmitir sin costo mensajes alusivos a la transición energética en sus unidades, o también se podría solicitar a las dependencias e instituciones vinculadas con el *Programa*, que incluyan un “banner” en sus páginas oficiales y en sus redes sociales, que visibilice su participación –cuando este sea el caso– y que ayude a promover los beneficios ambientales, sociales y económicos que puede generar la instalación de sistemas solares

y los objetivos de *Ciudad Solar*. También existen “chats” de las Unidades de Atención Territorial de las Alcaldías mediante los cuales informan a la población que habita en ellas sobre programas, apoyos, o problemáticas de interés y se atienden peticiones vecinales, que podrían ser muy útiles para difundir información relacionada con la transición energética y los beneficios de las energías renovables.

- Hacer **campañas informativas dirigidas a mujeres** para que conozcan el *Programa* y se amplíe su participación. Será necesario ofrecer facilidades para que se asegure que puedan hacerlo en igualdad de condiciones. Por ejemplo, el ICAT, en coordinación con la Secretaría de las Mujeres de la CDMX, desarrolló una estrategia de igualdad e inclusión de las mujeres y otorgó becas del 100% para que ellas se incorporaran al mercado de las energías limpias y mejoraran sus oportunidades de trabajo y de desarrollo personal. En opinión de esa institución, el grupo de mujeres que se creó fue exitoso, ya que con ello se reconoce que ellas pueden dedicarse también a la instalación, supervisión y a otras actividades relacionadas con el mercado de la energía solar, y con ello mejorar su ingreso. Además, existen asociaciones como la Red de Mujeres en Energía Renovable y Eficiencia Energética A.C. (REDMERE) (<https://www.mujeresenergia.org/>) que, en conjunto con autoridades locales, cada año otorga becas para promover la igualdad de género a través de la capacitación y profesionalización de ellas en el sector energía, particularmente la beca “Mujer solar”. La vinculación con este tipo de organizaciones podría ampliar el alcance de *Ciudad Solar*.
- **Mantener actualizada la página oficial de *Ciudad Solar*** para dar a conocer y compartir los resultados de esta iniciativa, así como socializar de una manera amigable los beneficios económicos, sociales y ambientales del aprovechamiento de la energía solar y los ahorros que se pueden obtener en el corto, mediano y largo plazo con la instalación de estos equipos. Un ejemplo interesante puede ser la página del *Programa Ecocrédito Empresarial* del FIDE (<https://ecocreditoempresarial.com/>) que incluye información muy clara y casos de éxito para el conocimiento de las personas interesadas.
- Tener **mayor acercamiento con las MIPYMES de los sectores y giros que consumen mayores cantidades de agua caliente y energía eléctrica**, en particular con aquellas que enfrentan desafíos que limitan su competitividad y su capacidad de crecimiento, para ampliar el *Programa*. Incluso dar preferencia a este tipo de empresas si no se cuenta con suficientes recursos financieros. Según se pudo observar en la evaluación, las convocatorias y lineamientos para el otorgamiento de apoyos estuvieron abiertos a todas las empresas interesadas, pero no hubo incentivos especiales o acciones para fomentar la instalación de los equipos en los sectores y giros de mayor importancia para la transición energética. Ello, si bien permitió captar a empresas de giros que no se tenían previstos inicialmente, no focalizó los apoyos hacia aquellos que hubieran tenido un mayor impacto ambiental para la Ciudad. Además, sería conveniente analizar la conveniencia de ofrecer soluciones distintas dependiendo del tipo de empresa, ya que no es lo mismo una micro, que una mediana empresa. En el caso de los calentadores solares de agua, el reto no es instalar dichos equipos, sino calentar el agua de la mejor manera posible y, por ello, entre las personas entrevistadas hubo quienes sugirieron que se podría ofrecer una mezcla de tecnologías (como bombas de calor), dependiendo de las características y necesidades de las empresas.
- **Mayor vinculación con las áreas de las alcaldías que toman las decisiones de inversión** para dotarles de información relativa a la importancia de impulsar proyectos y acciones que tienen impactos en el largo plazo. Por lo general, las áreas administrativas de esas demarcaciones buscan

realizar compras inmediatas y con el menor costo para ejercer su presupuesto, lo que las lleva a comprar equipos de mala calidad, que sufren averías en el corto plazo y se convierten en chatarra.

- Para potenciar los impactos de la planta de biodiesel y **fomentar el uso del biocombustible en los vehículos de transporte público** de la Ciudad, se sugiere desarrollar estudios de comportamiento que ayuden a determinar la eficiencia que produce el uso de biocombustible/bioaditivo en los motores y acabar con los mitos de que el biodiésel los daña. Según se le comentó al equipo consultor, estos estudios no existen en México y para ello se podría convocar a universidades que, en conjunto con la SEDECO, el MB, la SEDEMA, la Secretaría de Movilidad y otros actores que se consideren necesarios, participen en su desarrollo. También sería importante intercambiar opiniones con otros países, para conocer sus experiencias y la reglamentación que aplican a los fabricantes de motores para que éstos puedan funcionar con un determinado porcentaje de bioaditivo ya que, en opinión del representante del Metrobús que fue entrevistado, éstos operan de manera distinta en México, a como operan en otros países, entre ellos, Brasil.
- Hacer una revisión de las fallas (**lecciones aprendidas**) y buscar alternativas para mejorar el funcionamiento del *Programa*.

Seguimiento y evaluación

- **Generar una base de datos** o un sistema de información, para registrar y concentrar la información de todos los ejes que componen *Ciudad Solar*. Ello permitirá contar con los elementos necesarios para evaluar avances y resultados conjuntos y, en su caso, reorientar la toma de decisiones para responder a las necesidades de las personas y de las empresas. Ello también hará factible la elaboración de informes periódicos, lo cual mejorará la transparencia y la rendición de cuentas de este programa gubernamental.
- Buscar la **vinculación con iniciativas ciudadanas o asociaciones civiles** interesadas en el mejoramiento de la Ciudad de México, para que apoyen en el seguimiento del *Programa*. La participación ciudadana se promueve cada vez más por los gobiernos para transparentar el ejercicio de los recursos y las acciones implementadas con el presupuesto público. En la CDMX, la *Ley de Participación Ciudadana* modificada en 2019 promueve un mayor involucramiento por parte de autoridades y ciudadanos en la supervisión de la materialización de los proyectos votados para la implementación de los Presupuestos Participativos, así como la supervisión de la materialización de los proyectos seleccionados. Existen ejemplos, como el Observatorio Ciudadano de Calidad del Aire (OCCA) (<https://observatorioairemexico.org/>) que está formado por un grupo de organizaciones y personas que trabajan para mejorar la calidad del aire y reducir los gases de efecto invernadero en las ciudades mexicanas, vigilando y exigiendo el cumplimiento de políticas públicas y prácticas que garanticen el derecho humano a un medio ambiente sano. En su página invitan a quienes la consultan a instalar un calentador solar de agua y también promueven la instalación de paneles fotovoltaicos para la autogeneración de electricidad, entre otras acciones para mejorar la calidad del aire en las ciudades.
- **Implementar mecanismos de monitoreo continuo** para identificar problemas y, en su caso, corregir lo que corresponda; disminuir riesgos que puedan obstaculizar el cumplimiento de los objetivos; mejorar la transparencia y la rendición de cuentas; y registrar y documentar buenas prácticas y lecciones aprendidas. Dichos mecanismos deben incorporar escenarios de cambio climático para

mejorar la toma de decisiones ante un contexto de incertidumbre. Anteriormente se ha sugerido la creación de un mecanismo de gobernanza del *Programa*, que facilitaría realizar estas acciones.

De política pública

- México es un país con gran potencial para aprovechar la energía del sol y aportar a la transición energética y la mitigación del cambio climático. La Ciudad de México ha hecho esfuerzos significativos en ese sentido, y por ello es de la mayor importancia **continuar con las actividades planteadas hasta 2024 y con aquellas previstas para el mediano y largo plazo** en la *ELAC* y el *PAC CDMX* en el Eje *Ciudad Solar*, para aumentar la participación de las energías limpias en la matriz energética, democratizar la energía y garantizar un futuro energético equitativo a los habitantes de la Ciudad.

En particular, **continuar** con acciones que se vieron limitadas en los primeros años de implementación de *Ciudad Solar*, como es el caso de la **instalación de sistemas solares en edificios**, puede tener impactos económicos y ambientales de gran envergadura en el corto y mediano plazo. Como ejemplo, cabe señalar que en la Unión Europea se calcula que los edificios son los responsables del 40% del consumo de energía y del 36% de las emisiones de GEI del sector energía, y por ello, en septiembre de 2023, el Consejo Europeo aprobó la Directiva de Eficiencia Energética de la Edificación que establece que los edificios públicos existentes deberán incorporar gradualmente tecnologías para disminuir el consumo de energía eléctrica de aquí a 2030, y hace obligatorio que todos los edificios públicos y comerciales nuevos hayan instalado esas tecnologías para el año 2026 y los edificios residenciales nuevos o que se sometan a una renovación importante, para el 2029. A partir de 2030 todos los edificios de nueva construcción deberán ser libres de emisiones (Unión Europea, 2023).

La SEDECO cuenta actualmente con avances en la identificación de edificios con potencial y factibilidad para la instalación de sistemas solares y se encuentra desarrollando un manual para impulsar la continuidad de esta actividad, dirigido a otras entidades federativas y al gobierno federal. Los edificios son cruciales para alcanzar las metas de descarbonización de la matriz energética y, por ello, será importante aprovechar el trabajo realizado para seguir impulsando esta actividad. Es necesario continuar las gestiones con la Secretaría de Administración y Finanzas para lograr su compromiso y apoyo para generar mecanismos que hagan factible que las dependencias de la CDMX puedan asignar presupuesto para la instalación de SFV, los cuales han demostrado que generan ahorros económicos importantes, que podrían destinarse a otras acciones de política pública.

En este mismo sentido, en línea con las políticas de electromovilidad que se desarrollan actualmente en nuestro país, podría ampliarse el Programa *Ciudad Solar* para vincularse más con el sector transporte. Las directrices europeas antes mencionadas, ante la creciente introducción de autos eléctricos en el mercado, también están fomentando la introducción de requisitos para cargar este tipo de vehículos en los espacios de estacionamiento en oficinas, como parte de su estrategia de transición energética. En Europa, las oficinas con más de 20 plazas de estacionamiento deberán encargarse, en el plazo de cinco años, de que el 10% de éstas estén equipadas para cargar autos eléctricos (Pantoja, 2015). En este contexto, también se podría impulsar que se instalen tomas trifásicas en la construcción de nuevas viviendas o edificios, para dotar de energía a este tipo de vehículos.

- **Desarrollar el mercado de aprovechamiento de la energía solar térmica** (“mercado de calor solar”) mediante la certificación de empresas y técnicos, el desarrollo e implementación de mecanismos financieros, el otorgamiento de incentivos económicos, la elaboración de normas técnicas, entre otros aspectos, para que se encuentre al mismo nivel que el mercado asociado a la generación de electricidad donde hay generadores, transportistas de electricidad, distribuidores, suministradores, comercializadores de potencias, bonos de energías limpias. Es decir, el mercado para los paneles solares que producen energía eléctrica es muy robusto, a diferencia del de los calentadores solares, que son más eficientes (50% vs 20% respectivamente). Además, el incremento en la demanda de instalación y mantenimiento de CSA impulsaría la generación de nuevos empleos verdes en el sector de las energías renovables. Para ello se requiere de la participación e involucramiento de dependencias del gobierno federal, principalmente de la SENER, la SHCP, la Secretaría de Economía, la CRE, entre otras.
- **Desarrollar normas y políticas que consideren todo el ciclo** de la instalación de calentadores solares de agua y de los sistemas fotovoltaicos, es decir, que contemplen también el proceso hasta que éstos se desechan y se convierten en residuos. Actualmente no está regulada la disposición de estos equipos y la mayoría de la gente los deja en las azoteas o los tira con el resto de la basura. No existen empresas dedicadas a reciclar o reutilizar los materiales de los equipos que se descomponen o llegan al final de su vida útil, ni se ha desarrollado normatividad para asegurar su buena disposición cuando eso suceda. La vida útil de un panel solar fotovoltaico es de 25 años, pero con un mantenimiento adecuado, puede llegar a funcionar durante treinta años o más; y la de un calentador solar es de alrededor de 20 años. Dado que el mercado solar se ha desarrollado en años relativamente recientes, todavía no existe la preocupación ni el interés por resolver cuál será su destino final, ya sea desecho o reciclaje.

A nivel internacional existen pocas experiencias para normar el reciclaje o desecho, y en México existe una iniciativa que reforma y adiciona diversas disposiciones de la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* (consultada en: http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2020/09/asun_4073171_20200922_16008003_39.pdf) que fue presentada en septiembre de 2020, durante la LXIV Legislatura de la Cámara de Diputados (2018-2021), que cuenta con un enfoque de economía circular y señala que “el ciclo de vida de los paneles solares fotovoltaicos forma parte de la sustentabilidad, puesto que permite evitar que se transfieran impactos a la sociedad, a la economía y sobre todo al ambiente”. La propuesta plantea la inclusión del concepto de “residuos fotovoltaicos” en varios de los artículos de la Ley, para asegurar que se les otorgue la misma importancia que a los residuos sólidos urbanos y a los residuos de manejo especial. Sin embargo, dicha iniciativa no prosperó y a la fecha no se ha modificado la Ley antes mencionada. Será importante impulsar la revisión del marco normativo y la regulación del desecho y/o reciclaje de estos sistemas, ya que el no hacerlo provocará problemas en el mediano y largo plazo.

- **Apoyar la fabricación nacional de equipos de calentamiento solar de agua** que respondan a las necesidades del país. A la fecha la mayoría de los equipos se importan de China y están diseñados para otras formas de vida y otras condiciones ambientales. En México hay experiencia y se fabrican estos equipos desde hace décadas, pero su costo es más alto que el de los equipos chinos que tienen una mayor demanda. Estos equipos extranjeros son los que adquieren las alcaldías con los Presupuestos Participativos, aunque su eficiencia y calidad sea menor. Por ello es importante que se

apoye la producción nacional de equipos de calentamiento solar y que se ofrezcan en el mercado cumpliendo con todas las certificaciones aplicables y a precios razonables.

- Retomando la experiencia que se tuvo con las MIPyMES, se sugiere **promover los sistemas solares en cualquier tipo de industria, comercios o servicios que tengan altos consumos de energía** como instituciones educativas, o fundaciones y organizaciones de asistencia pública que tienen consumos importantes de energía y de agua caliente, entre otros. Con ello se ampliaría el mercado, se lograrían ahorros energéticos importantes y bajarían las emisiones de CO₂ y la consecuente contaminación.
- **Incentivar y apoyar a las MIPyMES a formalizar su actividad** ya que, según la SEDECO, hubo personas que se interesaron por el *Programa* que no pudieron recibir los apoyos porque no cumplían con los requisitos que se les solicitaron (cédula de identificación fiscal de la MIPyME, Cédula vigente emitida por el Sistema Electrónico de Avisos y Permisos de Establecimientos Mercantiles (SIAPEM), Permiso de Operación vigente expedido por la alcaldía en la que se ubique la instalación de la MIPyME o Cédula de Microindustria o de Actividad Artesanal para propietarios de empresas que se dedican a esas actividades). La formalización de las empresas no solo les permitirá beneficiarse de los apoyos para capacitaciones, foros o ferias, sino también tener mayor acceso al sistema financiero y a créditos, y con ello aumentar su productividad y competitividad, mejorar su inclusión económica y social, ganar credibilidad, acceder a mercados más grandes, y asegurar su sostenibilidad.
- Aprovechar la **experiencia** –éxitos y fracasos– de *Ciudad Solar* para **compartirla y replicarla en otras entidades del país**, en particular con las que conforman el área conurbada del Valle de México. Ello requiere de la intervención de la SHCP, la SENER, la CRE, la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME), del compromiso de los congresos y gobiernos locales para asegurar la asignación de recursos a proyectos de aprovechamiento de la energía solar, en particular en edificios públicos, y de la participación de las Secretarías de Desarrollo Económico de los gobiernos estatales. Por ejemplo, sería conveniente compartir la experiencia de *Ciudad Solar* con iniciativas como el Programa “Guanajuato sustentable”, que apoya a personas físicas o MIPyMES guanajuatenses con financiamiento de hasta 6 años para adquirir sistemas fotovoltaicos para reducir sus costos de producción y mejorar su competitividad; o el “Programa Kit de Paneles Solares para el Municipio de Querétaro” que promueve dicho municipio, a través de la Secretaría de Desarrollo Sostenible, y junto con la Cámara Nacional de Comercio, Servicios y Turismo de Querétaro, para aumentar la incorporación de energías renovables en el municipio.
- **Crear mecanismos financieros o modelos de negocio** para que los ahorros que se generen por la disminución de pagos de energía eléctrica en edificios públicos de todas las entidades federativas se puedan utilizar para el mantenimiento de los equipos y para financiar otras inversiones y/o proyectos de energía solar. Esto requiere del involucramiento de la Secretaría de Administración y Finanzas de la Ciudad de México, de la SENER, de la SHCP y de las dependencias responsables de la administración y finanzas de todos los estados del país. Un instrumento que fue recomendado por algunas de las personas entrevistadas es la creación de un fideicomiso o un programa federalizado donde se asignen recursos “etiquetados” para que las dependencias de gobierno puedan hacer la inversión en equipos solares. Por ejemplo, la SEDECO cuenta con un modelo de financiamiento de largo plazo, pero es necesario que la SHCP determine que los proyectos de energías renovables no se clasifiquen en las asignaciones presupuestales a las entidades federativas como deuda y se puedan financiar más allá del año fiscal, para que esto sea viable.

- Promover la **homologación y simplificación de los trámites de interconexión y de instalación de medidor bidireccional con la CFE** para que sea más rápido el proceso. Actualmente hay diferencias según la oficina de la Comisión en la que se haga el trámite, lo cual genera incertidumbre y, en opinión de las personas entrevistadas, el proceso es burocrático y toma mucho tiempo. También hubo quien sugirió que se capacite al personal de la CFE en materia de sustentabilidad energética.
- Llevar a cabo **campañas de difusión sobre el cambio climático y la importancia de utilizar energías limpias**, por ejemplo, en ferias de proveedores de equipo y/o empresariales. Hoy en día la población en general y, en particular el sector empresarial, desconoce las tecnologías solares y los beneficios que éstas pueden generar, y no tiene los elementos para elegir entre los equipos que se ofrecen en el mercado la opción que le pueda convenir y resolver sus necesidades. Eso genera incertidumbre y limita la inversión. La difusión debe hacer hincapié en que la instalación de equipos solares genera soluciones ganar/ganar y riqueza para todos.

Referencias bibliográficas

Capítulo I. Introducción

1. Congreso de la CDMX (2021). *Ley del Sistema de Planeación del Desarrollo de la Ciudad de México*. Publicada en la GOCDMX el 20 de diciembre de 2019, última reforma publicada el 02 de septiembre de 2021. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/c8b5ac5de1295e48a45b7b6522a7097dc51c1ded.pdf>
2. Congreso de la CDMX (2022). *Ley de igualdad sustantiva entre mujeres y hombres en la CDMX*. Publicada en la GO del DF el 15 de mayo de 2007, última reforma publicada en la GOCDMX el 27 de octubre de 2022. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/0334955cec69ae5815aa9ecf9f21c8e614a15bde.pdf>
3. Consejo de Evaluación de la Ciudad de México (EVALÚA CDMX) (2023). *Términos de Referencia. Evaluación de impacto del Programa Ciudad Solar de la Ciudad de México (2023)*. 28 de marzo de 2023. México. Consultados en: <https://www.evalua.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/sondeo-de-mercado-para-la-realizacion-de-la-evaluacion-de-impacto-del-programa-ciudad-solar-2023>
4. Gobierno de la Ciudad de México (s/f.). *Programa de Gobierno 2019-2024*. México. Consultado en: https://plazapublica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/363/Plan_Gobierno-2019-2024_2023.pdf
5. Gobierno de la CDMX (2023). *Constitución Política de la Ciudad de México*. Publicada en la GOCDMX el 05 de febrero de 2017, última reforma publicada en la GOCDMX el 08 de agosto de 2023. México. Consultada en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/estatutos/CONSTITUCION_POLITICA_DE_LA_CDMX_8_2.pdf
6. SEDECO (s/f.). *Ciudad Solar. Estrategia de sustentabilidad energética: Metas 2019-2024*. México. Consultado en: <https://www.jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/storage/app/media/pdf-presentacion-ciudad-solar.pdf>
7. SEDECO (2019). *Acuerdo por el que se dan a conocer los lineamientos para la operación de la estrategia de fomento a la transición y la sustentabilidad energética en MIPyMES de la Ciudad de México*, GOCDMX No. 193 publicada el 07 de octubre de 2019. México. Consultado en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/59acb275829681e7ecb78a428af27edc.pdf
8. SEDECO (2022). *Ciudad solar. Energía sustentable para la Ciudad. Mayo 2022*. México. Consultada en: <https://ciudadesolar.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Pagina%20principal/CIUDAD%20SOLAR%20%202022.pdf>
9. SEDEMA (s/f.a). *Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024*. México. Consultado en: <https://www.jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/storage/app/media/pdf-programa-de-medio-ambiente-y-cambio-climatico-uv.pdf>
10. SEDEMA (s/f.b). *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050 y Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030*. México. Consultado en: http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/PACCM-y-ELAC_uv.pdf
11. SEDEMA (s/f.c). *Informe de Avances. Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México*

2019-2024. *Avances integrados 2019-2021*. México. Consultado en:
<https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ProgramaAmbientalydeCambioClimaticoParaLaCiudadDeMexico2019-2024AvancesIntegrados2019-2021.pdf>

Capítulo II. Marco Teórico

1. Arce Navarro, Federico J. (2018). “Derechos humanos y desarrollo sustentable”, Serie Derechos Humanos No. 7, México, Suprema Corte de Justicia de la Nación. México. Consultado en:
https://pdh.cdmx.gob.mx/storage/app/media/8.publicaciones_varias/Derechos_Humanos_y%20Desarrollo_Sustentable.pdf
2. Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) (2023). *World Energy Investment 2023*. Consultado en: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/8834d3af-af60-4df0-9643-72e2684f7221/WorldEnergyInvestment2023.pdf>
3. Andrade Servín, Araceli G. et al (2017). “Origen y evolución del concepto de desarrollo sustentable”, *Realidad Económica* Jul-Ago-Sept. México. Consultado en:
https://www.realidadeconomica.umich.mx/index_files/origen_y_evolucion_del_concepto_de_desarrollo_sustentable_3.pdf
4. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2015). *Análisis de la economía de la adaptación al cambio climático en Trinidad y Tobago*. Consultado en:
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/An%C3%A1lisis-de-la-econom%C3%ADa-de-la-adaptaci%C3%B3n-al-cambio-clim%C3%A1tico-en-Trinidad-y-Tobago.pdf>
5. Bartkowski, Bartosz (2016). *Las perspectivas de la economía pluralista*. Consultado en:
<https://www.exploring-economics.org/es/orientacion/ecological-economics/>
6. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2015). *Ley de Transición Energética*. México. Consultada en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>
7. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2022). *Ley General de Cambio Climático*, última modificación publicada en el Diario Oficial de la Federación, 11 de mayo de 2022. México. Consultada en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>
8. Congreso de la CDMX (2023a). *Ley Ambiental de Protección a la Tierra en la Ciudad de México*, última reforma publicada en la GOCDMX el 04 de mayo de 2023. México. Consultada en:
<https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/9a652d89d1f2a7aad5639423290f57b0a82635c3.pdf>
9. Congreso de la CDMX (2023b). *Ley de Economía Circular de la Ciudad de México*. Publicada en la GOCDMX el 28 de febrero de 2023. México. Consultada en:
<https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/c71c26848cf53394b562a59079d500ce6603d774.pdf>
10. Chang, Man Yu (2005). “La Economía Ambiental”, en: Foladori, G. y Pierri, N. (coordinadores) *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. México, Universidad Autónoma de Zacatecas, pp 175 - 188. Consultado en:
https://aulavirtual4.unl.edu.ar/pluginfile.php/6974/mod_resource/content/1/Man%20Yu%20Chan%20-%20Economia%20Ambiental.Cap%C3%ADtulo%206.pdf
11. De Miguel, C., K. Martínez, M. Pereira y M. Kohout (2021). “Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/120). Santiago, Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Consultado en:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47309/1/S2100423_es.pdf

12. Enzensberger, Hans Magnus (1973). *Para una crítica de la ecología política*, Editorial Anagrama, Barcelona, España.
13. Estenssoro, Fernando (2015). “El *ecodesarrollo como concepto precursor del desarrollo sustentable y su influencia en América Latina*”, *Universum*, Vol.30 No.1, Talca. Consultado en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-23762015000100006>
14. Foladori, Guillermo (2015). “Una tipología del movimiento ambientalista”, en Foladori, G. y Pierri, N. (Coordinadores), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Cap. 3 (pp. 83-136), México, Universidad Autónoma de Zacatecas, Miguel Ángel Porrúa.
15. Francisco I (2015). *Carta Encíclica “Laudato Si. Sobre el cuidado de la casa común”*. Consultado en: <https://www.oas.org/es/sg/casacomun/docs/papa-francesco-enciclica-laudato-si-sp.pdf>
16. Francisco I (2023). *Exhortación apostólica “Laudate Deum” A todas las personas de buena voluntad sobre la crisis climática*. Consultada en: https://www.vatican.va/content/francesco/es/apost_exhortations/documents/20231004-laudate-deum.html
17. Fundación Ellen MacArthur (2019). *Completando la imagen. Como la economía circular ayuda a afrontar el cambio climático*. Consultado en: <https://ellenmacarthurfoundation.org/es/completando-la-imagen>
18. García G. Ernest (2021). *Ecología e igualdad. Hacia una relectura de la teoría sociológica en un planeta que se ha quedado pequeño*. Tirant lo Blanch.
19. García-Ochoa, R., & Graizbord, B. (2016). “ *Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional*”. México. *Economía Sociedad y Territorio*, 289-337. Consultado en: <https://doi.org/10.22136/est002016465>
20. Gobierno de la Ciudad de México (2019). *Programa de Gobierno 2019-2024*. México. Consultado en: https://servidoresx3.finanzas.cdmx.gob.mx/documentos/Plan_Gob_2019_2024_1.pdf
21. Gobierno de México, *Sistema de Información de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. México. Consultado en: <https://agenda2030.mx/#/home>
22. Gobierno de México, SEMARNAT-INECC (2022). *Contribución determinada a nivel nacional. Actualización 2022*. México. Consultada en: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf
23. Haro-Martínez, Alma Angelina y Taddei-Bringas, Isabel Cristina (2014). “Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental”, *Economía, sociedad y territorio* Vol.14 no.46, pp. 743-767. Toluca, México sep./dic. Consultado en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212014000300007
24. Hartley Ballesteros, Marjorie (2008). “Economía ambiental y economía ecológica: un balance crítico de su relación”, *Economía y Sociedad*, Números 33 y 34, Enero – Diciembre, pp 55 – 65. México. Consultado en: https://www.researchgate.net/publication/267425781_ECONOMIA_AMBIENTAL_Y_ECONOMIA_ECOLOGICA_un_balance_critico_de_su_relacion/link/5450b66e0cf249aa53dac588/download
25. Heins, Andrea (2022). “La eficiencia energética como primer combustible del desarrollo económico”, *Petrotecnia* 1 - 2022. Consultado en: https://www.iapg.org.ar/petrotecnia_notas/122/2%20La%20eficiencia.pdf
26. IPCC (2011). *Informe Especial sobre las Fuentes de Energía Renovable y Mitigación del Cambio Climático*. (SRREN) por sus siglas en inglés). Consultado en: https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf

27. IPCC (2018). *Informe especial sobre los impactos del calentamiento global de 1.5 °C*. Contribución del Grupo 1 al Sexto Reporte de Evaluación. Consultado en: https://unfccc.int/documents/310264?gclid=EAlaIqObChMI_pDAmsv7_wIVGgWtBh0xIQJzEAAAYASAAEgKIIPD_BwE
28. IPCC (2021). *Cambio climático 2021. Bases físicas*. Contribución del Grupo de trabajo 1 al Sexto Reporte de Evaluación. Resumen para tomadores de decisiones. Consultado en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Spanish.pdf
29. Larrouyet, C. (2015). *Desarrollo sustentable. Origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta*, Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Consultado en: <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/154>
30. Lowy, Michael (2011). *Ecosocialismo. La alternativa radical a la catástrofe ecológica capitalista*. Ediciones Herramienta y Editorial El Colectivo, Buenos Aires, Argentina.
31. Lowy, Michael (2013). “Ecosocialismo: hacia una nueva civilización”. *Revista Herramienta No.42*, Biblioteca virtual OMEGALFA. Consultado en: <https://omegalfa.es>
32. Meadows, Donaella H. et al. (1972). *Los límites del crecimiento*. México, Fondo de Cultura Económica.
33. Olmedillas B. Blanca y Cabañes A. Ma. Lucía (2000). “Coase y el medio ambiente: funcionamiento del mercado y derechos de propiedad”, *Boletín Económico de ICEN*° 2665, 2 al 8 de octubre. Consultado en: <https://www.google.com/search?q=Olmedillas+y+Caba%C3%B1es&oq=Olmedillas+y+Caba%C3%B1es&as=chrome..69i57j33i160.18613j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
34. ONU, Asamblea General (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo “Nuestro futuro común”*. Consultado en: https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
35. ONU, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992). Consultado en: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
36. ONU (1992a). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Consultado en: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>
37. ONU (1992b). *Agenda 21*. Consultada en: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter4.htm>
38. ONU (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, A/RES/70/1. Consultado en: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/69/L.85&Lang=S
39. ONU Habitat (2017). *Nueva Agenda Urbana*. Consultada en: <https://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Spanish.pdf>
40. Oswald, Ursula (2017). “Handbook on Sustainability Transition and Sustainable Peace”, *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, Universidad Nacional Autónoma de México, Nueva Época, Año xii, núm. 230 mayo-agosto de 2017, pp. 155-196 <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcps/v62n230/0185-1918-rmcps-62-230-00155.pdf>
41. Pamplona, Francisco (2000). “Sustentabilidad y políticas públicas”, en *Gaceta Ecológica* Núm. 56. México, INE-SEMARNAP.
42. Pierri, Naína (2005). “Historia del concepto de desarrollo sustentable”. En Foladori, G. y Pierri, N. (coordinadores) *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Cap. 2 (pp. 27-81).

43. PNUD (2020). *Nota informativa para los países acerca del Informe sobre Desarrollo Humano 2020*. Consultado en: <https://hdr.undp.org/sites/default/files/Country-Profiles/es/MEX.pdf>
44. PNUD (2022). *Informe de los Objetivos de Desarrollo 2022*. Consultado en: https://agenda2030.mx/docs/doctos/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022_Spanish.pdf
45. PNUD (2022a). *Human Development Report 2021/2022. Uncertain times, uncertain lives. Shaping our future in a transforming World*. Consultado en: https://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2021-22pdf_1.pdf
46. PNUMA (2011). *Desacoplar el uso de los recursos naturales y los impactos ambientales del crecimiento económico. Un reporte del Grupo de Trabajo sobre Desacoplamiento del Panel Internacional de Recursos*. Consultado en: <https://www.resourcepanel.org/es/informes/desacoplar-el-uso-de-recursos-naturales-y-los-impactos-ambientales-crecimiento-econ%C3%B3mico>
47. Rayén Quiroga M. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*, CEPAL, División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Santiago, Chile. Consultado en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5570/1/S0110817_es.pdf
48. Riechman, Jorge (2016). “Barry Commoner y la oportunidad perdida”, *Encrucijadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales* Vol, 11.
49. SEDECO (s/f). *Diagnóstico de transición energética de la Ciudad de México*. México. Consultado en: <https://ciudadesolar.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Documentos%20en%20%20colaboraciones%20o%20importantes/diagnostico-de-transicion-energetica-cdmx.pdf>
50. SEDEMA (s/f). *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050 y Programa de Acción Climática 2021-2030*. México. Consultado en: http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/PACCM-y-ELAC_uv.pdf
51. SEDEMA (2021). *Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024. Informe de avances Integrados 2019-2021*. México. Consultado en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ProgramaAmbientalydeCambioClimaticoParaLaCiudadDeMexico2019-2024AvancesIntegrados2019-2021.pdf>
52. SEMARNAT (2009). *La economía del cambio climático en México*. México.
53. SEMARNAT (2021). *Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. México. Consultado en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596232&fecha=07/07/2020#gsc.tab=0
54. SEMARNAT-INECC (2018). *Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Consultado en: <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/>
55. SEMARNAT-INECC (2022). *Tercer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático*. México. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/747507/158_2022_Mexico_3er_BUR.pdf
56. SENER (2020a). *Acuerdo por el que la Secretaría de Energía aprueba y publica la actualización de la Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios*. Diario Oficial de la Federación, 01/02/2020. México. Consultado en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5585823&fecha=07/02/2020#gsc.tab=0

57. SENER (2020b). *Programa Sectorial de Energía 2020-2024*, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 08 de julio de 2020. México. Consultado en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596374&fecha=08/07/2020&print=true
58. SENER-CONUEE (2016). *Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios*. México.
59. Sills, Ben (2011). "Solar May Produce Most of World's Power by 2060, IEA Says", *Bloomberg*. Consultado en: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2011-08-29/solar-may-produce-most-of-world-s-power-by-2060-iea-says>
60. Stern, Nicholas (2006). *Economía del cambio climático*. Consultado en: http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm
61. Unión Europea (2018). *Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima*. Consultado en: <https://www.boe.es/doue/2018/328/L00001-00077.pdf>
62. UN Habitat (2022). *World Cities Report 2020. Envisaging the Future of Cities*. Consultado en: https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf
63. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2022). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3. Consultado en: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
64. Urquidi, Víctor L. (1998). "Economía Ambiental: una aproximación", *Revista Comercio Exterior* Diciembre, México. Consultado en: <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/353/1/RCE1.pdf>
65. World Wild Fund (WWF) (2023). Consultado en: https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/informe_planeta_vivo_ipv/huella_ecologica/

Capítulo III. Antecedentes

1. Centro Mario Molina (2012). *Evaluación del Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008 - 2012*. México. Consultado en: http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/Evaluacion-del-Programa-de-Accion-Climatica-de-la-Ciudad-de-Mexico-2008-2012.pdf
2. Comisión Ambiental Metropolitana (s/f). *Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020*. México. Consultado en: https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/proaire/11_ProAire%20ZMVM.pdf
3. Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) (2005). "15 años del FIDE. Un poco de historia", *Notifide*, Año 14, No. 154 / Agosto – 2005. México. Consultado en: https://www.fide.org.mx/wp-content/uploads/Notifides/2005/08/metro_ago05.pdf
4. GIZ (2018). *Nuevas oportunidades de inversión: El auge del sector solar en México. Contexto, perspectivas y tendencias*. México. Consultado en: https://energypedia.info/images/8/83/GIZ_Guia_Inversion_Solar_Esp.pdf
5. Gobierno de la Ciudad de México (2011). *Plan verde de la Ciudad de México. Cuatro años de avances*. México. Consultado en: http://centro.paot.org.mx/documentos/sma/Informe_PV_a_4anos.pdf

6. José Sánchez (2023). “Historia de la energía solar”, *ExpertaSolar*, 13 de febrero de 2023. Consultado en: <https://expertasolar.com/historia-de-la-energia-solar/>
7. SEDECO (s/f). *Diagnóstico de transición energética de la Ciudad de México*. México. Consultado en: <https://ciudadsolar.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Documentos%20en%20%20colaboraciones%20o%20importantes/diagnostico-de-transicion-energetica-cdmx.pdf>
8. SEMARNAT-INE (2001). México, *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Consultada en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/666957/Segunda_Comunicacion.pdf
9. SEMARNAT-INE (2006). México, *Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Consultada en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164226/Tercera_Comunicacion_Nacional.pdf
10. SEMARNAT-INE (2009). México, *Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Consultada en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/666958/cuarta_Comunicacion.pdf
11. SEMARNAT-INECC (2012). México, *Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Consultada en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/679434/quinta_Comunicacion_compressed.pdf
12. SEMARNAT-INECC (2018). México, *Sexta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Consultada en: <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/>
13. SENER (2009). *Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables*. Publicado en el DOF el 06 de Agosto de 2009. México. Consultado en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5101826&fecha=06/08/2009&print=true
14. SENER (2016). *Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios*. México.
15. Solar Payback (2018). *Calor solar para la industria*. México. Consultado en: https://www.solar-payback.com/wp-content/uploads/2018/06/Solar-Payback_Calor-Solar-para-la-Industria_Mexico.pdf
16. Villarreal, Jorge y Carlos Tornel (2017). *La Transición Energética en México: retos y oportunidades para una política ambientalmente sustentable y socialmente inclusiva*. Friedrich Ebert Stiftung. Consultado en: <http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/libro/transicion.pdf>

Capítulo IV Marco Normativo

1. Arce Navarro, Federico J. (2018). “Derechos humanos y desarrollo sustentable”, Serie *Derechos Humanos* No. 7, México, Suprema Corte de Justicia de la Nación. Consultado en: https://pdh.cdmx.gob.mx/storage/app/media/8.publicaciones_varias/Derechos_Humanos_y%20Desarrollo_Sustentable.pdf
2. Cámara de Diputados el H. Congreso de la Unión (2015). *Nueva Ley de Transición Energética*. Publicada en el DOF el 24 de diciembre de 2015. México. Consultada en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>
3. Cámara de Diputados el H. Congreso de la Unión (2022a). *Ley General de Cambio Climático*. Nueva Ley publicada en el DOF el 6 de junio de 2012, última reforma publicada en el DOF el 11 de mayo de 2022. México. Consultada en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>

4. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2022b). *Ley de la Industria Eléctrica*, Nueva Ley publicada en el DOF el 2 de agosto de 2006, última reforma publicada en el DOF el 11 de mayo de 2022. México. Consultada en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIElec.pdf>
5. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2022c). *Ley General para la igualdad entre mujeres y hombres*. Nueva Ley publicada en el DOF el 2 de agosto de 2006, última reforma DOF 31 de octubre de 2022. México. Consultada en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIMH.pdf>
6. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2023). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Última reforma publicada en el DOF el 06 de junio de 2023. México. Consultada en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
7. Congreso de la CDMX (2020). *Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y de la Administración Pública de la Ciudad de México*. Publicada en la GODF el 13 de diciembre de 2018, última modificación publicada en la GOCDMX el 10 de enero de 2020. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/b678e5aa6886052715d18fb210c8a3732908645e.pdf>
8. Congreso de la CDMX (2021a). *Ley del Sistema de Planeación del Desarrollo de la Ciudad de México*. Publicada en la GOCDMX el 20 de diciembre de 2019, última reforma publicada el 02 de septiembre de 2021. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/c8b5ac5de1295e48a45b7b6522a7097dc51c1ded.pdf>
9. Congreso de la CDMX (2021b). *Ley para el desarrollo de la competitividad de la micro, pequeña y mediana empresa del Distrito Federal*. Última reforma publicada en la GOCDMX el 02 de marzo de 2021. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/8e27b145b1e5af1dfd2be7ebf56e9729bdfd76ea.pdf>
10. Congreso de la CDMX (2022a). *Ley de mitigación y adaptación al cambio climático y desarrollo sustentable de la Ciudad de México*. Última reforma publicada en la GOCDMX el 10 de junio de 2022. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/afc4a44eace8b28ced25e30cf53b3eb636fac4e7.pdf>
11. Congreso de la CDMX (2022b). *Ley de fomento de procesos productivos eficientes para el Distrito Federal*, publicada en la GOCDMX el 23 de abril de 2009 última reforma publicada en la GOCDMX el 10 de junio de 2022. México. Consultada en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/leyes/LEY_DE_FOMENTO_DE_PROCESOS_PRODUCTIVOS_EFICIENTES_PARA_EL_DF_4.1.pdf
12. Congreso de la CDMX (2022c). *Ley de igualdad sustantiva entre mujeres y hombres en la CDMX*. Publicada en la GO del DF el 15 de mayo de 2007, última reforma publicada en la GOCDMX el 27 de octubre de 2022. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/0334955cec69ae5815aa9ecf9f21c8e614a15bde.pdf>
13. Congreso de la CDMX (2023a). *Ley Ambiental de Protección a la Tierra en la Ciudad de México*, última reforma publicada en la GOCDMX el 04 de mayo de 2023. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/9a652d89d1f2a7aad5639423290f57b0a82635c3.pdf>
14. Congreso de la CDMX (2023b). *Ley para el Desarrollo Económico de la Ciudad de México*, última reforma publicada en la GOCDMX el 15 de junio de 2023. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/587e03779fe0c778e231271ba40c26c507a944ab.pdf>
15. Congreso de la CDMX (2023c). *Ley de Economía Circular*. Publicada en la GOCDMX el 28 de febrero de 2023. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/c71c26848cf53394b562a59079d500ce6603d774.pdf>

16. Gobierno de México (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. México. Consultado en: <https://framework-gb.cdn.gob.mx/landing/documentos/PND.pdf>
17. Gobierno de la Ciudad de México (2010a). *Reglamento de la Ley para el desarrollo de la competitividad de la micro, pequeña y mediana empresa*, publicado en la GOCDMX el 8 de noviembre de 2010. México. Consultado en https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/reglamentos/RGTO_DE_LA_LEY_PARA_EL_DESARR_DE_LA_COMPE_DE_LAS_MIPYMES_2.pdf
18. Gobierno de la Ciudad de México (2010b). *Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal*. Publicada e la GOCDMX el 15 de julio de 2010, última reforma publicada en la GOCDMX el 15 de mayo de 2023. México. Consultada en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/leyes/LEY_DE_DESARROLLO_URBANO_DEL_DF_5.1.pdf
19. Gobierno de la Ciudad de México (2017). *Ley de la vivienda para la Ciudad de México*. Publicada en la GOCDMX el 23 de marzo de 2017. México. Consultada en: https://congresocdmx.gob.mx/archivos/transparencia/LEY_DE_VIVIENDA_PARA_LA_CIUDAD_DE_MEXICO.pdf
20. Gobierno de la Ciudad de México (2020). *Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México*. Ciudad de derechos y derecho a la Ciudad. México. Consultado en: https://plazapublica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/288/PGDCDMX_completo.pdf
21. Gobierno de la CDMX (2021). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 29 de enero de 2004, última modificación el 19 de abril de 2021. México. Consultado en: https://paot.org.mx/centro/reglamentos/df/pdf/2021/RGTO_CONSTRUCCIONES_19_04_2021.pdf
22. Gobierno de la CDMX (2023). *Constitución política de la Ciudad de México*. Publicada en la GOCDMX el 05 de febrero de 2017, última reforma publicada en la GOCDMX el 08 de agosto de 2023. México. Consultada en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/estatutos/CONSTITUCION_POLITICA_DE_LA_CDMX_8_2.pdf
23. Gobierno de la Ciudad de México (s/f.a). *Programa de Gobierno 2019-2024*. México. Consultado en: https://plazapublica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/363/Plan_Gobierno-2019-2024_2023.pdf
24. Gobierno de la CDMX (s/f.b). *Programa ambiental y de cambio climático para la Ciudad de México. 2019-2024*. México. Consultado en: <https://www.jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/storage/app/media/pdf-programa-de-medio-ambiente-y-cambio-climatico-uv.pdf>
25. Gobierno de la República (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*. Publicada en el DOF el 03 de junio de 2013. México. Consultada en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301093&fecha=03/06/2013#gsc.tab=0
26. SEDEMA (s/f). *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050 y Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030*. México. Consultada en: http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/PACCM-y-ELAC_uv.pdf
27. SEMARNAT (2021). *Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024*. México. Publicado en el DOF el 08 de noviembre de 2021. México. Consultado en: https://dof.gob.mx/2021/SEMARNAT/SEMARNAT_081121_EV.pdf

28. SEMARNAT-INECC (2018). *Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Consultada en: <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/>
29. SEMARNAT-INECC (2022). *Contribución determinada a nivel nacional. Actualización 2022*. México. Consultada en: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf
30. SENER (2020). *Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios*. Actualización publicada en el DOF el 07 de febrero de 2020. México. Consultada en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5585823&fecha=07/02/2020&print=true

Capítulo V. Metodología

1. Cardozo Brum, Myriam (2006). *La evaluación de políticas y programas públicos. El caso de los programas de desarrollo social en México*. Porrúa, México. Consultado en: http://biblioteca.diputados.gob.mx/janium/bv/ce/scpd/LIX/eval_pol_prog_pub.pdf
2. Cardozo Brum, Myriam (Coord.) (2015). *Institucionalización de procesos de evaluación. Calidad y utilización de sus resultados*. México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco y Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP) de la Cámara de Diputados, LXIII Legislatura. Colección Teoría y Análisis. México. Consultado en: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Libros/Institucionalizacion-de-procesos-de-evaluacion.-Calidad-y-utilizacion-de-sus-resultados>
3. Consejo de Evaluación de la Ciudad de México (EVALÚA CDMX) (2023). *Términos de Referencia. Evaluación de impacto del Programa Ciudad Solar de la Ciudad de México (2023)*. 28 de marzo de 2023. México. Consultados en: <https://www.evalua.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/sondeo-de-mercado-para-la-realizacion-de-la-evaluacion-de-impacto-del-programa-ciudad-solar-2023>
4. García Sánchez, Ester y Myriam Cardozo Brum (2017). “Evaluación de impacto, más allá de la experimentación”. *Revista Política y Cultura*, Primavera 2017, Núm. 47, pp. 65-91. Consultado en: <https://polcul.xoc.uam.mx/index.php/polcul/article/view/1318/1293>
5. Gobierno de la Ciudad de México (s/f.). *Programa de Gobierno 2019-2024*. México. Consultado en: https://plazapublica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/363/Plan_Gobierno-2019-2024_2023.pdf
6. Gobierno de la Ciudad de México (2021). *Convenio para la administración y operación de la “Planta Productora de Bioaditivo”* SECTEI/030/2021. México. Consultado en: http://www.data.educacion.cdmx.gob.mx/oip/2021/121/28/SECTEI_030_2021.pdf
7. Gobierno de la Ciudad de México (2022). *Cuarto Informe de Gobierno de la Ciudad de México, 2019-2022*. México. Consultado en: https://informedegobierno.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2022/09/Cuarto_Informe_compressed.pdf
8. INECC (2020). *Revisión de metodologías para la medición de la percepción social de las medidas de adaptación al cambio climático*. México. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/615709/75_2020_Percepcion_Social_de_la_adaptacion_al_CC_.pdf
9. INEGI, *Censo de Población y Vivienda 2020*. México.

10. INVI (2023). *Reglas de Operación del Programa Social “Otorgamiento de ayuda de beneficio social a personas beneficiarias del Programa de Mejoramiento de Vivienda del Instituto de Vivienda de la Ciudad de México (INVI), Ejercicio 2023”*. México. Consultado en: <https://www.invi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ROPS/2023/mv.pdf>
11. Navarro, Hugo (2005). *Manual para la evaluación de impacto de proyectos y programas de lucha contra la pobreza*. ILPES, Santiago de Chile. Consultado en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5605>
12. OCDE (2010). *Glosario de los principales términos sobre evaluación y gestión basada en resultados*. Consultado en: <https://unsdg.un.org/sites/default/files/OECD-Glossary-of-Key-Terms-in-Evaluation-and-Results-based-Management-Terminology.pdf>
13. OCDE (2020). *Mejores criterios para una mejor evaluación. Definiciones revisadas de los criterios de evaluación y principios para su utilización*. Consultado en: <https://www.oecd.org/development/evaluation/Criterios-evaluacion-ES.pdf>
14. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México (PAOT) (2018). *Ley para la Reconstrucción Integral de la Ciudad de México*. México. Consultada en: https://paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/2018/LEY_RECONSTRUCCION_CDMX.pdf
15. PNUD (2021). *UNDP Evaluation Guidelines*. Consultado en: <http://web.undp.org/evaluation/guideline/>
16. SEDECO (s/f.a). *Diagnóstico de transición energética de la Ciudad de México*. México. Consultado en: <https://ciudadsolar.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Documentos%20en%20%20colaboraciones%20o%20importantes/diagnostico-de-transicion-energetica-cdmx.pdf>
17. SEDECO (s/f.b). *Ciudad Solar. Estrategia de sustentabilidad energética. Metas 2019-2024*. México. Consultado en: <https://es.readkong.com/page/ciudad-solar-estrategia-de-sustentabilidad-energetica-7231113>
18. SEDECO (2021a). “Lineamientos para la operación de la acción institucional para el fomento a la transición y la sustentabilidad energética en MiPyMES”, *GOCDMX Número 580, 22 de abril de 2021*. México. Consultados en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/80d328a5d53ee677ec5a67013dc951f6.pdf
19. SEDECO (2021b). “Lineamientos para la operación de la acción institucional para el fortalecimiento de competencias en energía solar en la Ciudad de México”, *GOCDMX Número 576, 16 de abril de 2021*. México. Consultado en: <https://ciudadsolar.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/612/91b/2ae/61291b2aefd92883255841.pdf>
20. SEDECO (2021c). “Convocatoria para participar en la Acción Institucional para el Fortalecimiento de Competencias en energía solar en la Ciudad de México”, *GOCDMX Número 602, 24 de mayo de 2021*. México. Consultada en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/d7b695d359f466f0a7dbe4d439da95d2.pdf
21. SEDECO (2022). *Ciudad solar. Estrategia sustentable para la ciudad*. Información de la estrategia, mayo. México. Consultado en: <https://ciudadsolar.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Pagina%20principal/CIUDAD%20SOLAR%20%202022.pdf>
22. SEDEMA (s/f.a). *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050 y Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030*. México. Consultado en: http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/PACCM-y-ELAC_uv.pdf

23. SEDEMA (s/f.b). *Informe de Avances. Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024. Avances integrados 2019-2021*. México. Consultado en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ProgramaAmbientalydeCambioClimaticoParaLaCiudadDeMexico2019-2024AvancesIntegrados2019-2021.pdf>
24. SEMARNAT-INECC (2022). *México: Tercer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/747507/158_2022_Mexico_3er_BUR.pdf
25. SHCP (s/f). *Diplomado Evaluación de Políticas y Programas Públicos. Lección 16. Evaluación de impacto*. México.
26. United Nations Evaluation Group (UNEG) (2013). *Impact Evaluation in UN Agency Evaluation Systems: Guidance on Selection, Planning and Management*. Consultado en: <http://www.uneval.org/document/detail/1433>

Capítulo VI. Evaluación del impacto de los ejes estratégicos

1. Alvarado, Víctor (2023). Nota de prensa sobre el seminario “*Transición energética en México ¿sin calentadores solares de agua?*” México. Consultado en: <https://elpoderdelconsumidor.org/2023/10/mexico-esta-desaprovechando-una-de-las-oportunidades-mas-accesibles-y-baratas-para-lograr-una-transicion-energetica-los-calentadores-solares/>
2. Alfonso Álvarez, Juan Antonio (2013), *Obtención de biodiesel a partir de aceites usados en casa habitación de la comunidad del Refugio*, Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias en Energías Renovables con Especialidad en Biomasa, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., Chihuahua, México. Consultado en: <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/349/1/Tesis%20Juan%20Antonio%20Alfonso%20Alvarez.pdf>
3. Auditoría Superior de la Ciudad de México (ASCM) (2022), *Informe de Auditoría ASCM/164/21. Auditoría de desempeño con enfoque ambiental realizada a la SEDECO al Programa presupuestario F034 “Fortalecimiento de competencias en energía solar”*. México.
4. Congreso de la CDMX (2023). *Ley para el Desarrollo Económico de la Ciudad de México*, última reforma publicada en la GOCDMX el 15 de junio de 2023. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/587e03779fe0c778e231271ba40c26c507a944ab.pdf>
5. CRE (2012). *Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide las Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional para generadores o permisionarios con fuentes de energías renovables o cogeneración eficiente*. México. Publicado en el DOF el 22 de mayo de 2012. México. Consultado en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5249086&fecha=22/05/2012#gsc.tab=0
6. FICEDA-SECTEI (2019). *Convenio de asignación de recursos que celebran la SECTEI y FICEDA... para la realización del proyecto denominado “Implementación de un laboratorio de innovación en bioenergía en la Central de Abasto de la Ciudad de México. Fase I: Implementación de una planta de biodiesel con tecnología IPN-GBD-1000”*. México. Consultado en: <http://www.data.educacion.cdmx.gob.mx/oip/2019/121/35/SECTEI1652019.pdf>
7. FICEDA (2021). *Convenio para la administración y operación de la “planta productora de bioaditivo...” (SECTEI/030/2021)*. México. Consultado en: http://www.data.educacion.cdmx.gob.mx/oip/2021/121/28/SECTEI_030_2021.pdf

8. Garrido, Santiago (2009), *Experiencias de producción de biodiesel a partir de aceites vegetales usados (AVU) en la provincia de Buenos Aires. ¿Tecnología, inclusión social y desarrollo sustentable?*, XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires. Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires. Consultado en: <https://cdsa.academica.org/000-062/1457.pdf>
9. GIZ (2021). *Monitor de información comercial e índice de precios de generación solar distribuida en México*. Consultado en: https://asolmex.org/intranet/Micrositio_GSD/Monitor-Indice-de-Precios/Monitor_precios_GSD_reporte2aediccion_oct2021.pdf
10. Gobierno de la Ciudad de México (2022). *Cuarto Informe de Gobierno 2019-2022*. México. Consultado en <https://www.secgob.cdmx.gob.mx/informes/informes-de-gobierno>
11. Gobierno de la CDMX (2023). *Quinto informe de gobierno 2019-2023*. México. Consultado en: https://informedegobierno.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2023/09/5o-Informe-de-Gobierno-compressed_compressed.pdf
12. Industrial Analytics Platform (IAP) (s/f). *¿Por qué es importante adoptar un enfoque que incluya el género en la economía circular?* Consultado en: <https://iap.unido.org/es/articulos/por-que-es-importante-adoptar-un-enfoque-que-incluya-el-genero-en-la-economia-circular>
13. INVI (2013). *Reglas de Operación el programa social “Otorgamiento de ayudas de beneficio social a personas beneficiarias del Programa de Vivienda en Conjunto del INVI. Ejercicio 2023”*. Publicadas el 07 de febrero de 2023. México. Consultadas en: <https://www.invi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ROPS/2023/vc.pdf>
14. IPCC (2018) *Summary for urban policy makers. What the IPCC Special Report on Global Warming Of 1.5°C means for cities*. Consultado en: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/12/SPM-for-cities.pdf>
15. LIDER (2022). *¿Cuáles son los cambios en los techos solares?* Consultado en: <https://www.liderempresarial.com/cambios-techos-solares/>
16. Masera Cerutti, Omar (coord.) (2019). *Producción de biodiésel a partir de aceites usados de comercios en México. Estudio de caso UNAM Campus Morelia*. México. Consultado en: <https://www.pincc.unam.mx/wp-content/uploads/2021/06/reporte-final-2018-2019.pdf>
17. Milenio, 27 de julio de 2021. “Metrobús de CDMX inicia pruebas de biodiésel en unidades de línea 2”. México. Consultado en: <https://www.milenio.com/politica/metrobus-cdmx-inicia-prueba-biodiesel-unidades-l2>
18. Milenio, 23 de julio de 2022 “En CDMX generan biodiésel con aceite usado en la Central de Abastos; TRP y MB lo usan”. México. Consultado en: <https://www.milenio.com/politica/comunidad/cdmx-generan-biodiesel-aceite-usado-central-abastos>
19. Plascencia Muñoz, Marco Arturo (2010). *Estudio de factibilidad para el uso de biodiésel en el transporte interno de Ciudad Universitaria a partir de aceites comestibles de desecho*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Consultado en: https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000656207/3/0656207_A1.pdf
20. Portal de la Comisión de Reconstrucción (2023). México. Consultado en: <https://reconstruccion.cdmx.gob.mx/estadistica>
21. Portal del Gobierno de la Ciudad de México (2023). *Planta Solar Fotovoltaica quedará lista en julio*. México. Consultado en: <https://gobierno.cdmx.gob.mx/noticias/planta-solar-fotovoltaica-quedara-lista-en-julio/>

22. Resch, Rhone y Noah Kaye (2023). “La promesa de la energía solar: Estrategia energética para reducir las emisiones de carbono en el siglo XXI”. *Crónica ONU*. Consultado en: <https://www.un.org/es/chronicle/article/la-promesa-de-la-energia-solar-estrategia-energetica-para-reducir-las-emisiones-de-carbono-en-el>
23. SEDATU-CONAVI (2019). *Criterios técnicos para una vivienda adecuada*. México. Consultado en: https://www.conavi.gob.mx/gobmx/pnr/10.-Criterios_Vivienda_Adecuada.pdf
24. SEDECO (s/f.b) *Ciudad Solar. Estrategia de sustentabilidad energética: Metas 2019-2024*. México. Consultado en: <https://ciudadesolar.cdmx.gob.mx/storage/app/media/presentacion-ciudad-solar.pdf>
25. SEDECO(s/f.c). *Diagnóstico del Programa Presupuestario F034 “Fortalecimiento de las competencias en energía solar”*. México.
26. SEDECO (s/f.d) *Energía Solar para la Ciudad de México*. México. Consultado en: <https://ciudadesolar.cdmx.gob.mx/programas/programa/energia-mipymes>
27. SEDECO (2019a). *Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación de la acción institucional para el Fortalecimiento de Competencias en Energía Solar en la Ciudad de México*, GOCDMX No. 96 publicada el 22 de mayo de 2019. México. Consultado en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/ec165e79ff21ffbb82b86a9e27963c11.pdf
28. SEDECO (2019b). *Acuerdo por el que se modifica el diverso por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación de la acción institucional para el Fortalecimiento de Competencias en Energía Solar en la Ciudad de México*, GOCDMX No. 104 publicada el 3 de junio de 2019. México. Consultado en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/2a4e88b15a5f80f7bce79874223bdb1d.pdf
29. SEDECO (2019c). *Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación de la Estrategia de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES de la Ciudad de México*, GOCDM No. 193 publicada el 07 de octubre de 2019. México. Consultado en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/59acb275829681e7ecb78a428af27edc.pdf
30. SEDECO (2019d). *Aviso mediante el cual se da a conocer la Convocatoria para participar como beneficiario en la Estrategia de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES de la Ciudad de México*, GOCDMX No. 200 publicada el 16 de octubre de 2019. México. Consultado en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/8207e16350ec82145a5e67b57e9160f4.pdf
31. SEDECO (2019e). *Aviso mediante el cual se da a conocer la Convocatoria para participar en la Estrategia de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES de la Ciudad de México, como proveedor de sistemas de calentamiento solar de agua y/o de sistemas fotovoltaicos*, GOCDMX No. 200 publicada el 16 de octubre de 2019. México. Consultado en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/8207e16350ec82145a5e67b57e9160f4.pdf
32. SEDECO (2020a). *Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación de la acción institucional para el Fortalecimiento de Competencias en Energía Solar en la Ciudad de México para el año 2020*, GOCDMX No. 307 publicada el 20 de marzo de 2020. México. Consultado en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/182dba042c9d9530ccac4e8d99f81f73.pdf
33. SEDECO (2020b). *Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación de la acción institucional de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES de la Ciudad de México*, GOCDMX No. 313 publicada el 30 de marzo de 2020. México. Consultado en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/ddcac298af1eb9c3e3235ac7890a9a32.pdf
34. SEDECO (2020c). *Aviso mediante el cual se da a conocer la Convocatoria para participar como beneficiaria o beneficiario en la acción institucional de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en*

MIPYMES de la Ciudad de México. GOCCDM No. 320 publicada en la GOCCDMX el 8 de abril de 2020). México. Consultado en:

https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/f6f1831fd39451c57accd24872410978.pdf

35. SEDECO (2020d). *Aviso mediante el cual se da a conocer la Convocatoria para participar en la acción institucional de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES de la Ciudad de México, como proveedor de Sistemas de Calentamiento Solar de Agua y/o de Sistemas Fotovoltaicos*, GOCCDM No. 320 publicada en la GOCCDMX el 8 de abril de 2020). México. Consultado en:
https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/f6f1831fd39451c57accd24872410978.pdf
36. SEDECO (2021a). *Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación de la Acción Institucional para el Fortalecimiento de Competencias en Energía Solar en la Ciudad de México, para el año 2021*, GOCCDMX No. 576 publicada el 16 de abril de 2021. México. Consultado en:
https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/2b670cdd5f4fa425fc3d7627a0f47669.pdf
37. SEDECO (2021b). *Aviso mediante el cual se da a conocer la primer Convocatoria para participar en la Acción Institucional para el Fortalecimiento de Competencias en Energía Solar en la Ciudad de México*. GOCCDMX No. 642 publicada el 19 de julio de 2021. México. Consultado en:
<https://ciudadesolar.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/610/c13/1a9/610c131a99c72977564866.pdf>
38. SEDECO (2021c). *Aviso mediante el cual se da a conocer la Convocatoria para participar como beneficiaria o beneficiario en la Acción Institucional de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES de la Ciudad de México*, GOCCDMX No. 602 publicada el 24 de mayo de 2021. México. Consultado en:
https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/d7b695d359f466f0a7dbe4d439da95d2.pdf
39. SEDECO (2021d). *Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación de la Acción Institucional para el Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES de la Ciudad de México*, GOCCDMX No. 580 publicada el 22 de abril de 2021. México. Consultado en:
https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/80d328a5d53ee677ec5a67013dc951f6.pdf
40. SEDECO (2021e). *Aviso por el que se modifica el Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación de la Acción Institucional de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES*, GOCCDMX 632 del 5 de julio de 2021. México. Consultado en:
https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/bbf1e8fda1a5c8097a5239522a8c0d41.pdf
41. SEDECO (2022a). *Acuerdo por el que se dan a conocer los Lineamientos para la Operación de la Acción Institucional para el Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES*, GOCCDMX No. 815 publicada el 23 de marzo de 2022. México. Consultado en:
https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/dcc2b631c1fb5863f6d16674307c4d12.pdf
42. SEDECO (2022b). *Aviso mediante el cual se da a conocer la Convocatoria para participar como persona beneficiaria en la Acción Institucional de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES*, GOCCDMX No. 826, publicada el 07 de abril de 2022. México. Consultado en:
https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/28475e08d5e9831a388def29610a6145.pdf
43. SEDECO (2022c). *Aviso mediante el cual se da a conocer la Convocatoria para participar en la Acción Institucional de Fomento a la Transición y la Sustentabilidad Energética en MIPYMES como proveedor de Sistemas de Calentamiento Solar de Agua y/o de Sistemas Fotovoltaicos*, GOCCDMX No. 826, publicada el 07 de abril de 2022. México. Consultado en:
https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/28475e08d5e9831a388def29610a6145.pdf
44. SEDECO (2022d). *Ciudad Solar. Energía sustentable para la ciudad*. Mayo, 2022. México. Consultado en:
<https://ciudadesolar.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Pagina%20principal/CIUDAD%20SOLAR%20%202022.pdf>

45. SEDECO (2022e). *Edificios públicos con energía solar*. México. Consultado en: <https://ciudadesolar.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Edificios%20publicos/edificios-publicos-2022.pdf>
46. SEDECO (2022f). *Acuerdo por el que se dan a conocer la Acción Institucional para el Fomento y Mejoramiento de los Mercados Públicos de la Ciudad de México y sus Lineamientos de Operación*. GOCDMX No. 780, publicada el 31 de enero de 2022. México. Consultado en: <https://www.sedeco.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/accion-institucional-para-el-fomento-y-mejoramiento-de-los-mercados-publicos.pdf>
47. SEDECO (2023). *Acuerdo por el que se da a conocer el Programa de energía solar para la Ciudad de México y sus Lineamientos de operación*, GOCDMX No. 1146 publicada el 12 de julio de 2023. México. Consultada en: https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/4b8748008e42fb039285efc4740efbba.pdf
48. SEDEMA (s/f). *Informe de Avances. Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024. Avances Integrados 2019-2021*. México. Consultado en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ProgramaAmbientalydeCambioClimaticoParaLaCiudadDeMexico2019-2024AvancesIntegrados2019-2021.pdf>
49. SEDEMA (s/f.a). *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050 y Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030*. México. Consultado en: http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/PACCM-y-ELAC_uv.pdf
50. SEDEMA (s/f.b). *Estructura orgánica*. México. Consultada en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/secretaria/acerca-de>
51. SEDEMA, 2018. *NADF-012-AMBT-2015*. Consultada en: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sitios/conadf/documentos/NADF-012-AMBT-2015.pdf>
52. SENER (2016). *Sexto Volumen de las Prospectivas de Talento del Sector Energía, titulado "Análisis de las Brechas de Talento en el Subsector de Sustentabilidad Energética"*. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54344/Prospectiva_de_Talento_Volumen_6_27_01_16.pdf
53. WWF (s/f). *Demanda de energía renovable, demanda de profesionistas*. Consultado en: https://www.wwf.org.mx/que_hacemos/cambio_climatico_y_energia/wwf_mexirec2017/demanda_de_energia_renovable_demanda_de_profesionistas/

Capítulo VII. Evaluación del impacto en conjunto

1. Cardozo Brum, Myriam. Coord. (2015). *Institucionalización de procesos de evaluación. Calidad y utilización de sus resultados*. México, Universidad Autónoma Metropolitana Campus Xochimilco y Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP) de la Cámara de Diputados. Consultado en: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Libros/Institucionalizacion-de-procesos-de-evaluacion.-Calidad-y-utilizacion-de-sus-resultados>
2. CRE (2018 – 2023). Estadísticas Semestrales de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), 2018 – 2023. Consultado en <https://www.gob.mx/cre/documentos/pequena-y-mediana-escala>
3. CONEVAL. *Evidencia sobre la efectividad de las políticas sociales*. México. Consultado en: https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/ESEPS/paginas/evidencia_efectividad_politicas_sociales.aspx
4. Gobierno de la CDMX (2022). *Cuarto Informe de Gobierno 2019-2022*. México. Consultado en <https://www.secgob.cdmx.gob.mx/informes/informes-de-gobierno>

5. Gobierno de la CDMX (2023). *Quinto Informe de Gobierno 2019-2023*. Consultado en: https://informedegobierno.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2023/09/5o-Informe-de-Gobierno-compressed_compressed.pdf
6. INEGI (2022). Instituto Nacional de Estadística y Geografía; ENIGH 2018 y 2022. INEGI. Consultado en <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2022/>
7. SEDECO (s/f). *Ciudad Solar. Estrategia de sustentabilidad energética: Metas 2019-2024*. México. Consultado en: <https://ciudadesolar.cdmx.gob.mx/storage/app/media/presentacion-ciudad-solar.pdf>
8. SEDEMA (s/f.a). *Estrategia Local de Acción Climática 2021-2050 y Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2021-2030*. México. Consultado en: http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/PACCM-y-ELAC_uv.pdf
9. SEDEMA (s/f.b). *Informe de Avances. Programa Ambiental y de Cambio Climático para la Ciudad de México 2019-2024. Avances Integrados 2019-2021*. México. Consultado en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ProgramaAmbientalydeCambioClimaticoParaLaCiudadDeMexico2019-2024AvancesIntegrados2019-2021.pdf>
10. SEDEMA (2023). *Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 2020*. Consultado en: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx:9000/datos/storage/app/media/docpub/sedema/inventario-emisiones-cdmx-2020bis.pdf>
11. Sotelo Núñez, Esthela, Rosas Huerta, Angélica y Laura Rodríguez Cardozo. (2015). “Cap. XI. Medio ambiente”, en Cardozo Brum, Myriam. *Institucionalización de procesos de evaluación. Calidad y utilización de sus resultados*. México.

Capítulo VIII. Conclusiones

1. Cardozo Brum, Myriam (Coord.) (2015). *Institucionalización de procesos de evaluación. Calidad y utilización de sus resultados*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco y Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP) de la Cámara de Diputados, LXIII Legislatura. Colección Teoría y Análisis. Consultado en: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Libros/Institucionalizacion-de-procesos-de-evaluacion.-Calidad-y-utilizacion-de-sus-resultados>
2. CONEVAL/SHCP/SFP (2007). *Lineamientos generales para la evaluación de los programas federales de la Administración Pública Federal*. México. Consultados en: <https://www.gob.mx/shcp/documentos/lineamientos-generales-para-la-evaluacion-de-los-programas-federales-de-la-administracion-publica-federal-74200>
3. Congreso de la CDMX (2022). *Ley Orgánica de Alcaldías de la Ciudad de México*, publicada en la GOCDMX el 4 de mayo de 2018, última reforma publicada en la GOCDMX el 30 de septiembre de 2022. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/743d68d9fc9bd05a8804ad497d3d4e6439435cbf.pdf>
4. García Sánchez, Ester y Myriam Cardozo Brum (2017). “Evaluación de impacto: más allá de la experimentación” en *Política y Cultura*, primavera 2017, núm. 47, pp. 65-91. Consultado en: <https://polcul.xoc.uam.mx/index.php/polcul/article/view/1318/1293>
5. Gobierno de la Ciudad de México (2022). *Decreto por el que se abroga la Ley de Participación Ciudadana del Distrito Federal y se expide la Ley de Participación Ciudadana de la Ciudad de México*. GOCDMX publicada el 12 de agosto de 2019, última reforma publicada el 27 de octubre de 2022. México. Consultado en:

https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/leyes/LEY_DE_PARTICIPACION_CIUADANA_DE_LA_CD_MX4.pdf

- Hernández, Enrique (2022). *La falta de liquidez quebró a 35% de las PyMES*. Consultado en: <https://www.forbes.com.mx/la-falta-de-liquidez-quebro-a-35-de-las-pymes/>
- INECC. *Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Ficha climática. Ciudad de México*. México. Consultado en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/Proyecciones/P_09.html
- Osorio, Ana Alicia (2023). *Falta de tiempo, la diferencia entre mujeres y hombres que emprenden en México*. México. Consultado en: [https://daliaempower.com/blog/26-de-emprendimientos-de-mujeres-fracasan-por-falta-de-tiempo/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20la%20falta%20de,Emprendedores%20de%20M%C3%A9xico%20\(ASEM\)](https://daliaempower.com/blog/26-de-emprendimientos-de-mujeres-fracasan-por-falta-de-tiempo/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20la%20falta%20de,Emprendedores%20de%20M%C3%A9xico%20(ASEM))

Capítulo IX. Recomendaciones

- Banco Mundial (2016). *Como la energía solar ayuda a mitigar el cambio climático*. Noviembre 10, 2016. Consultado en: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/11/10/how-solar-is-changing-the-climate-game>
- Congreso de la CDMX (2022), *Ley Orgánica de Alcaldías de la Ciudad de México*, publicada en la GOCDMX el 4 de mayo de 2018, última reforma publicada en la GOCDMX el 30 de septiembre de 2022. México. Consultada en: <https://www.congresocdmx.gob.mx/media/documentos/743d68d9fc9bd05a8804ad497d3d4e6439435cbf.pdf>
- GIZ, Alianza Mexicana-Alemana de Cambio Climático (2017). *Guía de financiamiento climático para las entidades federativas en México*. Consultada en: <https://iki-alliance.mx/wp-content/uploads/231217-Guia-de-financiamiento-web.pdf>
- Gobierno del Estado de Guanajuato (2022). *Reglas de operación para el ejercicio fiscal 2022 del “Programa Guanajuato sustentable”*, publicadas en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato el 10 de junio de 2022. México. Consultado en: https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/programas_sociales/reglas_operacion/2022_FO_GIM_Programa_gto_sustentable_reglas_operacion.pdf
- Gómez, T y Moris, R. “Ciudades solares. Una mirada desde la planificación urbana”. *Revista Planeo* #62. Consultada en: https://revistaplaneo.cl/wp-content/uploads/Art%C3%ADculo_GomezMoris.pdf
- ICAT. *Estatuto Orgánico del Instituto de Capacitación para el Trabajo de la CDMX*. México. Consultado en: <https://icat.cdmx.gob.mx/storage/app/media/estatuto-organico-aprobado-junta-de-gobierno-icat-cdmx-2021.pdf>
- Municipio de Querétaro, *Programa “Kit de paneles solares para el municipio de Querétaro”*. México. Consultado en: https://emprende.municipiodequeretaro.gob.mx/uploads/2023-02/7_20230222062811_Q29udm.pdf
- Pantoja, Hugo (2023). “Con esta iniciativa Europa busca poblar de paneles solares sus tejados”. *Página Suncore Energy*. Noticias. 15 de diciembre de 2023. Consultado en: <https://suncore.com.mx/paneles-solares/con-esta-iniciativa-europa-busca-poblar-de-paneles-solares-sus-tejados/>
- Paredes, Juan Roberto y José Antonio Urteaga (2021). “Ciudades solares como motor de la recuperación verde”, BID, Octubre 7, *Blog Energía para el Futuro*. Consultado en: <https://blogs.iadb.org/energia/es/ciudades-solares-como-motor-de-la-recuperacion-verde/>

10. Ranalder, Lea; Chévez, Pedro (2021). “Energías renovables y eficiencia energética en ciudades: barreras, facilitadores, desafíos y oportunidades”. *Geograficando*, 17 (2), e106. Consultado en: https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.13288/pr.13288.pdf
11. SEMARNAT-INECC (2022). *México. Tercer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/747507/158_2022_Mexico_3er_BUR.pdf
12. SENER-CONUEE (2019), *Programa Nacional para Sistemas de Gestión de la Energía 2013-2018*. México. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/457626/Informe_PRONASGEn_Final_30042019.pdf
13. Unión Europea (2023). *Directiva 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética y por la que se modifica el Reglamento (UE) 2023/955*. Publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea el 20 de septiembre de 2023. Consultada en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023L1791>

Anexos

Anexo 1. Cuestionarios aplicados para evaluar el Eje 1. Capacitación

Anexo 2. Cuestionarios aplicados para evaluar el Eje 2. MIPyMES

Anexo 3. Cuestionarios aplicados para evaluar el Eje 3. Calentamiento solar de agua

Anexo 4. Metodología para determinar el tamaño de la muestra para la aplicación de encuestas en viviendas donde se instalaron paneles solares para calentamiento de agua (Eje 3)

Anexo 5. Cuestionarios aplicados para evaluar el Eje 4. Generación de energía eléctrica

Anexo 6. Cuestionarios aplicados para evaluar el Eje 5. Planta de biodiésel

Anexo 7. Lista de personas entrevistadas en profundidad

Anexo 8. Base de datos con respuestas de la encuesta aplicada en línea a personas capacitadas.

Anexo 9. Base de datos con respuestas de la encuesta aplicada en línea a representantes de las MIPyMES

Anexo 10. Términos de referencia para la “Evaluación de impacto del Programa Ciudad Solar de la Ciudad de México (2023), Consejo de Evaluación de la Ciudad de México