

SITUACIÓN Y REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE DISTRITOS SOSTENIBLES EN LA REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Soutullo S.*, Ferrer J.A.*, De Diego L.**, Vitale M.J.***, Reyes A.L.****, Correa E.N.*****

*Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación, CIEMAT, Av. Complutense 40, Madrid, 28040, España, silvia.soutullo@ciemat.es; ja.ferrer@ciemat.es

**División de Gestión del Conocimiento, CIEMAT, Av. Complutense 40, Madrid, 28040, España, lara.dediego@ciemat.es

*** Gerencia General de FEDECOBA, Calle Rauch N° 729, localidad de Azul, CP 7300, provincia de Buenos Aires, Argentina, gerencia@fedecoba.com.ar

****Sistema integrado de gestión ambiental, calidad y prevención de riesgos laborales, Elecnor S.A., Calle Andrés Julio Aybar, No.206, Santo Domingo, República Dominicana, alreyes@elecnor.com

***** Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía –INAHE-; CONICET, Av. Ruiz Leal S/N. Parque Gral. San Martín, CP 5500, Mendoza. Argentina, ecorrea@mendoza-conicet.gob.ar

RESUMEN

La implementación de un Distrito de Energía Positiva (PED) en América Latina y el Caribe (ALyC) requiere la caracterización de la situación actual, la identificación de los factores determinantes, el conocimiento de experiencias y el conocimiento de los mecanismos disponibles para su análisis, seguimiento y replicación. Este proceso implica una formación de los actores involucrados en todos los sectores y niveles. Con este fin, el CIEMAT y la AECID han desarrollado una actividad para contextualizar la situación energética y ambiental de la región, identificando los retos necesarios para definir un PED. El estudio del proceso de transformación de cuatro casos ubicados en tres países ha permitido identificar los principales desafíos y factores contextuales, entre los que se observan requisitos de gran importancia para el futuro de la región como la resolución de conflictos, reducción de desigualdades, accesibilidad y seguridad energética, mayores oportunidades laborales, aprovechamiento de los recursos naturales locales, viabilidad económica, modelos de gobierno inclusivos y participativos o mayor formación y capacitación.

PALABRAS CLAVE: Distritos de Energía Positiva, ALyC, Factores contextuales, Formación

ABSTRACT

The implementation of a Positive Energy District (PED) in Latin America and Caribbean (LAC) requires the characterization of the current situation, identification of contextual factors, knowledge of experiences, and knowledge of the mechanisms available for its analysis, monitoring and replication. This process implies the training of stakeholders at all sectors and levels. To this end, the CIEMAT and the AECID have developed an activity to contextualize the energy and environmental situation in the region, identifying the challenges necessary to define a PED. In this context, the transformation process of four cases located in three countries of the region has been studied, whose detailed study allows identifying its main challenges and contextual factors. In them, some requirements of vital importance for the future of the region are observed, such as the resolution of conflicts, reduction of inequalities, accessibility and energy security, greater job opportunities, efficient measures that take advantage of local natural resources, economic viability, inclusive and participatory government or greater education and training.

KEYWORDS: Positive Energy Districts, LAC, Contextual factors, Training

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se está produciendo un proceso acelerado de urbanización y éxodo rural en la región de ALyC, dando lugar a fuertes aumentos en el consumo de energía (Balza et al. 2016), incremento de las temperaturas (Reyer et al. 2017), aumentos en las emisiones de gases contaminantes (Samaniego et al. 2019), aumento en las situaciones de pobreza energética, exclusión social, problemas económicos o de salud. Estos efectos hacen de esta región una zona especialmente sensible al cambio climático y a los fenómenos meteorológicos extremos (Conde-Álvarez y Saldaña-Zorilla, 2007). La literatura identifica a los edificios, las industrias y el transporte como principales consumidores energéticos en las ciudades. La energía representa una solución y un problema, ya que siendo necesaria, su incontrolada utilización representa la principal fuente de contaminación del medio ambiente. Estas amenazas suponen un gran desafío para el desarrollo sostenible de las ciudades emergentes, a las cuales se las insta a tomar medidas que posibiliten el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos en la Agenda 2030 (ODS website). Por ello, se están promoviendo diferentes iniciativas que faciliten la transición energética de las ciudades, tales como el programa Habitat III (Habitat III, 2017) o el programa Ciudades Emergentes y Sostenibles (Ciudades Emergentes, 2016). Bajo este contexto, surgen diferentes soluciones que permiten reducir el impacto negativo de estas ciudades y mejorar su habitabilidad, resiliencia y calidad de vida. Sin embargo, la implementación de este tipo de soluciones urbanas requiere el estudio previo de la situación inicial, los actores implicados, los factores contextuales y la identificación de los retos y las barreras que llevan asociados (Kransås et al, 2021).

Bajo el paraguas de potenciación de distritos más sostenibles en la región ALyC se encuentra el programa INTERCOONECTA 2019, dentro del cual se engloba la actividad formativa sobre ‘Distritos de Energía Positiva y su Adaptación a las condiciones del Cambio Climático’ organizada por el CIEMAT y la AECID (INTERCOONECTA 2019). Esta actividad tiene como principal objetivo proporcionar una formación destinada a identificar la situación, los retos y las herramientas necesarias para planificar y definir un PED en la región ALyC. Este proceso es complejo y considera aspectos técnicos, ambientales, sociales, económicos, regulatorios, legales o formativos, siendo necesario identificar los retos, barreras, factores impulsores y agentes implicados en este proceso de transformación. Para ello se ha evaluado la transformación de cuatro entornos habitados en la región, cuyo estudio se puede emplear como ‘laboratorios a escala’ para analizar diferentes soluciones (Soutullo, 2020) e identificar necesidades y deficiencias, permitiendo establecer pautas para su replicación.

ANÁLISIS DE LOS CASOS DE ESTUDIO

El análisis de las características de los cuatro casos de estudio genera dos matrices resultantes: DAFO y Actores implicados. La matriz DAFO identifica las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades obtenidas en la transformación del distrito. La matriz de Actores implicados identifica a los individuos que pueden afectar o se ven afectados por la consecución de los objetivos. Pero dado que la identificación de estos actores es un punto clave para la correcta implementación y operación del futuro distrito sostenible, es necesario identificar en que fases están involucrados.

Caso 1: Distrito Décima Sección Los Cerros (Ciudad de Mendoza, Argentina)

Este proyecto analiza la factibilidad de desarrollar un PED en el área metropolitana de Mendoza (Argentina); en el distrito denominado: “Décima Sección Los Cerros”. La ciudad de Mendoza se encuentra en el centro-oeste de Argentina, al pie de la Cordillera de los Andes (latitud 32.8° S, longitud 68.8° O y altitud 746 m). Se caracteriza por veranos cálidos y mayormente despejados e inviernos fríos y parcialmente nublados, zona BwK según la clasificación de Köppen-Geiger. El proceso de crecimiento de esta área ha sido continuo e incesante desde su fundación; originándose una expansión urbana con un crecimiento de baja densidad edilicia en dos direcciones: hacia el oasis irrigado de producción agrícola intensiva y hacia el oeste ascendiendo sobre el piedemonte. Estos procesos de expansión han sido poco integradores con el medio, colaborando con el deterioro de la calidad ambiental de la zona. Bajo este contexto, este proyecto tiene como principal objetivo proponer una expansión urbana sustentable del área metropolitana de manera que contenga los procesos de expansión descontrolada y promueva un crecimiento ordenado y compacto de los aglomerados. Con ello, se pretende evitar la dispersión urbana y los fenómenos de urbanización discontinuos, que implican gastos en infraestructura y servicios muy elevados y poco sustentables. El proyecto comprende una superficie aproximada de 30 hectáreas, ubicadas en los límites departamentales de la ciudad capital de Mendoza, en la zona de contacto entre el piedemonte de la Precordillera y las extensas llanuras orientales, sobre el cono aluvial del río Mendoza. Se trata de una zona de terrenos privados, sin uso actual, destinada a su incorporación al tejido urbano. Su ubicación, accesibilidad, conexiones y simultaneidad con otras propuestas urbanísticas en la zona la convierten en idónea para soluciones urbanas que integren equipamiento de carácter local y del sector urbano existente. La nueva estructura urbana propuesta está adaptada al clima árido, generando un nuevo modelo urbano sostenible que pueda servir como referencia para el desarrollo de asentamientos en este tipo de zonas climáticas. Para ello se quieren priorizar los usos mixtos, con interacción permanente entre los espacios abiertos y construidos, poniendo especial énfasis en la conectividad, la movilidad y la accesibilidad. Las principales medidas propuestas son:

- Estrategias urbanas para la prevención y el diseño de elementos que tengan en cuenta los riesgos ambientales locales: sismicidad, aluvionalidad y presencia del viento zonda.
- Uso racional de los recursos naturales disponibles, eficiencia energética y empleo de energías renovables apropiadas al contexto local.
- Desarrollo de un modelo de gestión que genere mínimos desechos (sólidos y líquidos) y que mejore el aprovechamiento o la reutilización de los mismos.
- Empleo de altos índices de ocupación de suelo que permitan revertir la tendencia expansionista del crecimiento y conducir hacia un modelo de ciudad compacta que garantice la sustentabilidad.
- Aplicación de estrategias constructivas sostenibles y eficientes: sistemas de control solar exterior e interior para su correcto uso en los horarios de demanda; materiales en superficies exteriores horizontales con valores de albedo en el rango de 0.8 – 1; creación de áreas verdes con especies de bajo requerimiento hídrico (patios vegetados, muros verdes, etc.) para favorecer el enfriamiento y la ventilación natural.
- Uso del Índice Normativo de Prestación Energética (IPE) como indicador del grado de eficiencia energética de un inmueble. Los valores obtenidos establecerán la categoría de eficiencia energética.

Estas características dan lugar a la matriz DAFO (Fig. 1), la cual identifica los principales aspectos que pueden constituir una barrera (debilidades, amenazas) y los aspectos que pueden promover su desarrollo (fortalezas, oportunidades). En este proceso de transformación del Distrito Décima Sección Los Cerros se ha tenido en cuenta la necesaria participación y colaboración de numerosos agentes locales y nacionales a lo largo de las etapas de implementación del distrito, tal y como se muestra en la matriz de los actores implicados (Fig. 2).

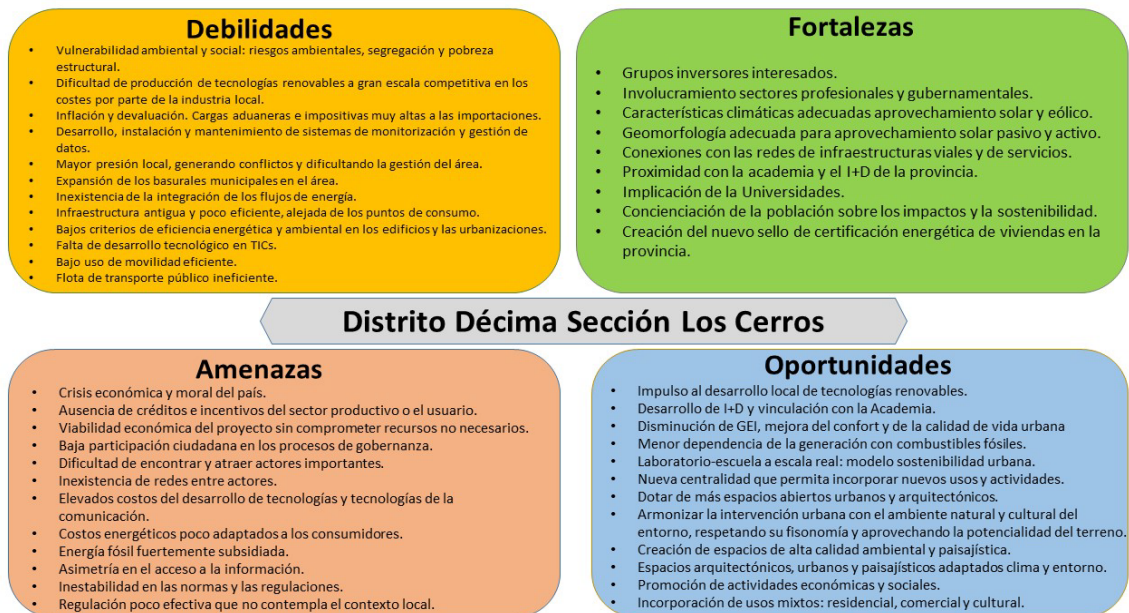


Fig. 1. Matriz DAFO para el caso del Distrito Décima Sección Los Cerros en la ciudad de Mendoza (Argentina).

DISTRITO DÉCIMA SECCIÓN LOS CERROS (ARGENTINA)						
Actores/ Fases	Planificación	Diseño	Implementación	Operación	Evaluación	Gestión y control
Ciudadanía	Colegio Arquitectos Mendoza CAMZA	Colegio Arquitectos Mendoza CAMZA	Ciudadanía	Ciudadanía	Ciudadanía	Ciudadanía
Industria			ENERG, industria, etc.	Industria		
Administraciones	Municipio Capital Mendoza		Municipio Capital Mendoza	Municipio Capital Mendoza	Municipio Capital Mendoza	Municipio Capital Mendoza
Academia		Universidades, UNCuyo, UTN, Mendoza, Maza, Congreso, ETC			Universidades, UNCuyo, UTN, Mendoza, Maza, Congreso, ETC	
Financiero	Dalvián S.A /BID		Dalvián S.A /BID		Dalvián S.A /BID	
Servicios Energéticos y Operadores de Infraestructura			EDEMSA, DISTROCUYO, OSM, Gestión Residuos, Transporte	EDEMSA, DISTROCUYO, OSM, Gestión Residuos, Transporte		
Sector Inmobiliario	Dalvián S.A	Dalvián S.A, profesionales Arquitectos o Estudios de Arquitectura que participen del Concurso	Dalvián S.A			

Fig. 2. Matriz de actores del Distrito Décima Sección Los Cerros en la ciudad de Mendoza (Argentina).

El análisis de la matriz DAFO demuestra que existen muchas fortalezas y oportunidades para el desarrollo de PED en la región, vinculadas especialmente a la disponibilidad de recursos naturales y cognitivos, sin embargo también existen barreras importantes para su desarrollo. Se observa que las debilidades o amenazas más importantes están vinculadas con la gobernanza y la ejecución de políticas inclusivas y adaptadas, dificultando un desarrollo económico, social e institucional estable. Para ello es necesario involucrar a numerosos agentes de diferentes sectores. Finalmente, es necesario revisar si la intensidad de ocupación de suelo sugerida, siguiendo el criterio de ciudad compacta, es la adecuada para la capacidad portante del sitio de implantación, definida como una zona de alta vulnerabilidad, riesgo ambiental y social. En este sentido, la implementación de un PED sería un paliativo o una estrategia compensatoria al impacto que produce una alta intensidad de uso de suelo (fuerte ocupación) en este tipo de ambientes.

Caso 2: Distrito Ciudad de Azul (Ciudad de Azul, Argentina)

Este caso evalúa la implementación de un PED en Ciudad de Azul, en la provincia de Buenos Aires (Argentina). Esta ciudad se ubica en el centro geográfico de la provincia, en los márgenes del arroyo Azul, situado al noreste de Argentina (latitud 36.8° Sur, una longitud 59.8° Oeste y una altitud 137 m). Esta ciudad se caracteriza por un clima templado pampeano, definido como Cfa según la clasificación climática de Köppen-Geiger, con veranos cálidos e inviernos frescos y periodos más húmedos de mayo a julio. La mayor parte de la superficie disponible en esta zona se emplea para la crianza de animales y usos agrícolas. Dispone de industrias agrícolas, metalmecánicas, alimentarias, químicas y de construcción, aunque está en desarrollo la industria manufacturera. Este proyecto prevé la ejecución de un primer caso piloto en uno o varios barrios de la ciudad, incorporado criterios de sostenibilidad y eficiencia energética. Este piloto quiere impulsar una urbanización y una rehabilitación del parque de edificios sostenible y eficiente, elevando la calidad de vida y el bienestar de los ciudadanos de ciudad de Azul a través de distritos con balance de energía positivo. Las principales medidas propuestas son:

- Rehabilitación de edificios y/o nueva construcción bajo criterios de eficiencia energética y sostenibilidad, para alcanzar edificios eficientes o de consumo de energía casi nulo que permitan reducir las emisiones de gases contaminantes con elevados criterios de confort interior.
- Instalación de los sistemas de energía flexibles e integración de tecnologías de la información y comunicación (TIC).
- Instalación de fuentes de generación energética renovable y de recuperación de energía.
- Instalación de sistemas de almacenamiento térmico y eléctrico que permitan responder a las variaciones del mercado energético, minimizando el impacto en la red eléctrica.
- Integración de equipos y sistemas de control de los edificios y sistemas.
- Mejorar los sistemas de gestión del agua y la gestión y tratamiento de los residuos urbanos.
- Mejorar la movilidad a través de un transporte más eficiente que se alimente de combustibles más sostenibles o de la inclusión de bici sendas.
- Implementación de soluciones comercialmente viables considerando los límites de aplicación y los factores contextuales.
- Campañas de monitorización y evaluación de los resultados con el objetivo de conocer y gestionar el comportamiento del distrito, pero también para promover su replicabilidad.
- Estudio de identificación de otras zonas o barrios de la ciudad en los que se pueda replicar las soluciones ejecutadas con éxito en el caso piloto de estudio.

Estas características dan lugar a una matriz DAFO que identifica las principales debilidades y amenazas, así como las fortalezas y oportunidades que pueden promover su desarrollo (Fig. 3).



Fig.3. Matriz DAFO obtenida para el caso de un distrito en ciudad de Azul (Argentina).

Pero además requiere la colaboración y participación de numerosos agentes en diferentes etapas del proceso, tal y como se indica en la Fig. 4. El desarrollo de este proyecto piloto intenta elevar la calidad de vida y el bienestar de la población mediante un modelo de gobernanza más inclusivo, coordinado y con mayor participación ciudadana y cooperación entre todos los agentes implicados. Pero para ello es necesario impulsar la urbanización sostenible y la rehabilitación del parque de edificios; contribuir a la inversión, al crecimiento y al empleo; minimizar las variaciones del mercado energético; mejorar la accesibilidad en la ciudad; potenciar normativas y reglamentaciones adaptadas al contexto geográfico, social, infraestructural, político y económico de la región.

DISTRITO CIUDAD DE AZUL (ARGENTINA)					
ACTORES/FASES	Planificación	Diseño	Implementación	Operación	Evaluación
Ciudadanía	Forman parte del proceso de renovación del distrito donde habitan	Son actores interesados CLAVE para la gestión del PED		Participa en la fase de operación (movilidad, tratamiento de residuos, uso energético)	Es un actor fundamental para evaluar los resultados del PED en su distrito
Industria		Diseña tecnología y servicios	Proporciona tecnología y servicios a los otros sectores		
Administraciones	Responsable de la planificación energética, urbana, conceder permisos	Responsable del dictado de las normas y reglamentaciones necesarias para orientar el diseño del PED	Es responsable de regular, conceder o prestar los servicios urbanos, construir bicisendas, puntos de carga para la movilidad, tratamiento de residuos, entre otros.	Operan la infraestructura (servicios de energía eléctrica, agua, gas, redes de calor y frío, TIC's, transporte y gestión de residuos).	Necesariamente debe participar con la finalidad de aplicar las correcciones o cubrir las lagunas que se generen posterior a la implementación.
Academia	Aporta conocimiento, investigación y desarrollo. Capacita.				Evalúa resultados del PED en lo económico, ambiental, social, en la salud, etc.
Financiero		Diseñan soluciones financieras para la ejecución de las inversiones necesarias.	Proveen soluciones financieras para la ejecución de las inversiones necesarias.		Evalúa el resultado de herramientas financieras utilizadas y necesidad de implementar otras.
Servicios Energéticos y Operadores de Infraestructura	Participa aportando datos energéticos del distrito para el armado del plan maestro.		Participan en el diseño de la infraestructura necesaria	Operan la infraestructura (servicios de energía eléctrica, agua, gas, redes de calor y frío, TIC's, transporte y gestión de residuos).	
Sector Inmobiliario	Aportan datos inmobiliarios del distrito para el plan maestro.	Son las que diseñan los nuevos edificios o las reformas necesarias	Ejecutan la construcción de los nuevos edificios o reformas de existentes.		Evalúa el impacto en el valor de la propiedad.

Fig. 4. Matriz de actores implicados obtenida para el caso de un distrito en ciudad de Azul (Argentina).

Caso 3: Residencial la Gloria a Dios (Tegucigalpa, Honduras)

Este caso propone transformar una pequeña colonia existente en un residencial totalmente sustentable. El caso de estudio es la colonia Residencial Gloria a Dios, ubicada en la ciudad de Tegucigalpa en el departamento de Francisco Morazán del municipio del Distrito Central (Honduras). El Distrito Central se encuentra en la región montañosa sur central de Honduras (latitud 14.1° Norte, longitud 87.2° Oeste y altitud 990 m). La ciudad se caracteriza por un clima tropical de sabana, clasificado como Aw por el sistema Köppen-Geiger, con temperaturas cálidas y dos estaciones: seca y fría (noviembre-marzo) y lluviosa y cálida (abril-octubre). Este pequeño complejo se encuentra ubicado cerca de otros complejos residenciales, de un instituto y de varias zonas verdes, próximo a la carretera de Oriente CA-6. El complejo se compone de 27 casas distribuidas en tres bloques de edificios con 108 habitantes, las cuales están

principalmente acondicionadas de manera eléctrica, algunas de ellas con sistemas de aire acondicionado, equipos poco eficientes y sin tecnologías renovables integradas. La información de partida se ha obtenido a través de encuestas con los residentes. El objetivo principal de este proyecto es lograr la sostenibilidad de este complejo residencial mediante la implementación de las siguientes mejoras adaptadas a su contexto actual:

- Implementación de estrategias de arquitectura bioclimática: muros TROMBE en nuevos proyectos habitacionales, voladizos en las ventanas, etc.
- Implementación de colectores solares de tipo termosifón en las azoteas de las viviendas para la obtención de agua caliente sanitaria (ACS). Esto permitirá eliminar el uso de termo duchas, aparatos altamente resistivos, pero será necesario un estudio más detallado para determinar la capacidad del sistema de acumulación de las viviendas.
- Cambio de estufas eléctricas a gas. Esto implicaría un ahorro significativo de hasta un 45% del consumo eléctrico. Estos aparatos son altamente resistivos y se estima un uso diario de 2 horas.
- Cambio de todas las bombillas a tecnología LED, cuyo uso diario se estima en 4 horas.
- Cambiar los A/C a tecnología INVERTER.
- Cambiar los frigoríficos a tecnología INVERTER.
- Implementación de un controlador lógico programable para el uso de las bombas para cisternas por la noche, pues en este lapso del día es cuando el precio de la energía eléctrica es menor.
- Cambio de aparatos a tecnología de eficiencia Energética de tipo “A”.
- Implementación de módulos solares fotovoltaicos tipo central común en la residencial con sistema de acumulador, inyección de excedentes energéticos a la red mediante inversor de alta capacidad y eliminación de armónicos. Se enfatiza su uso directamente para iluminarias.
- Habilitación de zonas comunales especializadas para el secado de ropa mediante recurso solar (únicamente pensado para aquellas viviendas que no posean el área disponible en las azoteas de sus hogares). De esta forma se permitirá eliminar las secadoras de ropa, aparatos altamente resistivos.
- Implementación de sistema de tratamiento de aguas residuales mediante BIODISCOS para riegos de huertos ecológicos.

Esta actuación quiere servir como punto focal en el modelado y definición de otro tipo de proyectos sustentables en Honduras. Pero para ello es necesario identificar los riesgos y los elementos potenciadores, los cuales se definen en la matriz DAFO de la Fig. 5. El proyecto de transformación de la Residencial la Gloria a Dios en un complejo sostenible y más eficiente demanda la participación e implicación de numerosos actores a lo largo del proceso de implementación, tal y como se observa en la Fig.6.



Fig. 5. Matriz DAFO obtenida para el caso de la Residencial La Gloria a Dios en Tegucigalpa (Honduras).

RESIDENCIAL LA GLORIA A DIOS (HONDURAS)					
Actores/Fases	Planificación	Diseño	Implementación	Operación	Evaluación
Ciudadanía		Habitantes de la Res. Gloria a Dios.	Habitantes de la Res. Gloria a Dios.	Habitantes de la Res. Gloria a Dios.	Habitantes de la Res. Gloria a Dios.
Industria	Empresas constructoras de nuevos apartamentos o remodelación de las casas.		Empresas constructoras de nuevos apartamentos o remodelación de las casas.	Empresas constructoras de nuevos apartamentos o remodelación de las casas.	
Administraciones	La junta directiva y líderes de la residencial.		La junta directiva y líderes de la residencial.		La junta directiva y líderes de la residencial.
Academia				Jóvenes sin fines de lucro para la sostenibilidad del PED	
Financiero	Cada casa aportaría económicamente una cuota para la implementación y sostenibilidad		Cada casa aportaría económicamente una cuota para la implementación y sostenibilidad	Cada casa aportaría económicamente una cuota para la implementación y sostenibilidad	
Servicios Energéticos			El servicio de energía eléctrica de toda la residencial, la empresa de ENEE y Energía Honduras	El servicio de energía eléctrica de toda la residencial, la empresa de ENEE y Energía Honduras	
Sector Inmobiliario			Cada habitante al hacer remodelación o nuevas construcciones las conseguirá y para las nuevas construcciones después de la implantación del PED.	Cada habitante al hacer remodelación o nuevas construcciones las conseguirá y para las nuevas construcciones después de la implantación del PED.	

Fig. 6. Matriz de actores del caso de la Residencial La Gloria a Dios en la ciudad de Tegucigalpa (Honduras).

La transformación de la Residencial la Gloria a Dios persigue mejorar las condiciones de habitabilidad y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, incrementando sus beneficios energéticos, económicos, ambientales y sociales. Para ello se ha definido una propuesta de implementación de medidas que mejoran la sostenibilidad de la colonia. Una vez analizados los puntos claves, los desafíos, los requisitos y el impacto producido en su implementación, se han identificado los pilares ambiental, económico, movilidad y social como los más influyentes en este proceso de transformación. Este proyecto quiere servir de ejemplo de implementación de un PED para las colonias aledañas, maximizando los beneficios ambientales y la calidad de vida de la zona.

Caso 4: Distrito Nacional (Ozama, República Dominicana)

Este caso presenta la transformación del Distrito Nacional, demarcación urbana de la sede del gobierno dominicano que ejerce la función de municipio y provincia. El Distrito Nacional está situado en la región Ozama, en la República Dominicana (latitud 18.5° Norte, una longitud 69.9° Oeste y una altitud 52 m), ocupando parte del llano costero del Caribe. Se caracteriza por un clima tropical monzónico, identificado como Am según la clasificación de Köppen-Geiger, con lluvias regulares y una temporada seca en invierno (febrero y marzo).

La economía de la República Dominicana depende en gran medida de la importación de combustibles fósiles, dando lugar a numerosos desafíos que limitan su crecimiento económico. Para paliar esta situación se establecen retos ambiciosos en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero, las importaciones de combustibles fósiles o los impactos medioambientales, siendo necesario un cambio en la matriz energética del país priorizando la eficiencia y las energías renovables. Bajo este contexto se enmarca este proyecto, cuyo principal objetivo es definir la transformación del sistema energético del Distrito Nacional para garantizar la seguridad y la calidad del suministro, permitiendo prestar servicios urbanos utilizando los recursos naturales de forma sostenible. Este proceso supone un gran reto en cuanto a la capacidad de gestionar y restaurar los bienes naturales. El proyecto comprende el Distrito Nacional, con una superficie total de 91.57 km² y una densidad poblacional (2014) es de 10,544.58 Hbs/km². Está dividido en 70 sectores subdivididos a su vez en 257 sub-barrios sin ninguna zona rural, y cuya jurisdicción se gestiona desde una oficina municipal. Su principal actividad económica es la comercial, aunque también es importante la industrial, las comunicaciones y la actividad portuaria (sobre todo turística). Estos sectores tienen, en su mayoría, un sistema de red eléctrica viejo. Actualmente el consumo energético del Distrito Nacional se distribuye: 26.6% público, 25.5% industrial, 21.7% comercial y 20.3% residencial (CNE, 2018). Por tanto, la estrategia urbana propuesta debe optimizar el sistema energético de los sectores en función de los recursos naturales, mejorando las infraestructuras, el suministro de electricidad y su accesibilidad. Las principales características del proyecto son:

- Mayor instalación de módulos fotovoltaicos por parte de empresas distribuidoras.
- Mejora de la infraestructura de red eléctrica para asegurar el acceso universal a la electricidad.
- Mayor implementación del programa de reducción de apagones para mejorar la calidad del suministro eléctrico.
- Aumentar el uso de tecnologías renovables en los edificios residenciales y de servicios.
- Mayor aprovechamiento de otros flujos energéticos como los procedentes del calor residual de otros procesos industriales.

Para lograr una adecuada transformación del sistema energético se deben identificar los factores que impulsan y dificultan este proceso, empleando para ello, la siguiente matriz DAFO (Fig. 7). La propuesta de transformación del

sistema energético del Distrito Nacional supone un reto que requiere la participación y colaboración de todos los actores implicados, tal y como se muestra en la matriz de actores implicados representada en la Fig. 8.



Fig. 7. Matriz DAFO obtenida para el caso del Distrito Nacional (Santo Domingo).

DISTRITO NACIONAL (REPÚBLICA DOMINICANA)					
Actores/ Fases	Planificación	Diseño	Implementación	Operación	Evaluación
Ciudadanía	Defensor del pueblo. Junta de vecinos. Grupos culturales.				
Industria	Ege Haina Elecnor Soventix Caribbean, SRL TSK. Inkia Energy				No hay.
Administraciones	Ministerio de energía y minas. Instituto nacional de la vivienda. Empresa de Transmisión Eléctrica (ETED).		Ayuntamiento de Distrito Nacional.		
Academia		INTEC, ITLA PUCMM, UNIBE UASD		No hay.	
Financiero	Banco Central de Rep. Dom. Agencia Francesa de Desarrollo. IBAN Online SRL.		Banco Popular Banreservas Banco BHD León Banco Scotiabank Banco del Progreso		
Servicios Energéticos		Ege Haina, Edeeste, Edesur Edenorte, AES			
Sector Inmobiliario			Constructora Bisonó Constructora Rizek & Asoc. Grupo Estrella Remax RD		

Fig. 8. Matriz de actores implicados obtenida para el caso del Distrito Nacional (Santo Domingo).

El proceso de transformación del sistema energético del Distrito Nacional presenta varios retos. En el sector eléctrico, los retos recaen principalmente en lo institucional, económico y técnico. Los desafíos técnicos incluyen la suficiencia y flexibilidad de la generación, el desarrollo adecuado de la red eléctrica, el manejo de la variabilidad, dando cabida a la variable de la electricidad renovable y la gestión de sus niveles de penetración instantánea, así como la modificación de los factores relevantes que nos acerque a la definición de PEDs. Además, como país en vía de desarrollo, se deberán establecer objetivos claros y consistentes para la energía renovable a corto y largo plazo, asegurando su consistencia con otras estrategias nacionales de energía y con un marco regulatorio institucional estable. Se deben potenciar los incentivos financieros apropiados para atraer inversiones; tomando en cuenta que se deberá hacer un esfuerzo extraordinario en las diferentes vertientes de la sociedad para ponderar la importancia de llevar a cabo actuaciones inmediatas que hagan de la ciudad una ciudad sostenible.

CONCLUSIONES

La implantación de los PED en la región ALyC presenta una gran variedad de fortalezas y oportunidades, especialmente vinculadas a la disponibilidad de recursos naturales y tecnológicos, y a la concienciación de la necesidad de un cambio urbano. Sin embargo, es necesario establecer unos objetivos claros en cuanto a eficiencia, la integración de las energías renovables, los modelos de negocio o al bienestar ciudadano. Para ello se deben implantar políticas nacionales y regionales inclusivas, sostenibles e integradas que tengan en cuenta los factores contextuales de la zona. El análisis de los cuatro casos de estudio presentados en este trabajo ha identificado varios retos, entre los cuales destacan: potenciar medidas eficientes y sostenibles, mejora de las infraestructuras y los edificios, involucrar a instituciones locales y/o nacionales, aumentar los recursos financieros y económicos, mejora de las condiciones ambientales, adecuación de las normativas, modelos de gobierno más inclusivos y participativos, combinación de

soluciones viables que sean económicamente rentables, inclusión de los factores contextuales o potenciar el empleo local. Pero el éxito en la implementación de estos distritos sostenibles en la región ALyC requiere un trabajo colaborativo y multidisciplinar que tenga en cuenta todos los intereses existentes, siendo necesaria la participación y colaboración de todos los agentes implicados.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo se ha realizado en el marco del programa INTERCOONECTA de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) en la región ALC, a través del curso de formación 'Distritos de Energía Positiva y su adaptación a las condiciones del cambio climático' dentro del "Itinerario de formación científico-técnica desarrollado por CIEMAT en la convocatoria Intercoonecta 2019. Los autores quieren agradecer su ayuda y colaboración al Centro de Formación de la Cooperación Española en la Antigua, Guatemala (CFCE Antigua).

REFERENCIAS

Balza L.H., Espinasa R., Serebrisky T. (2016) *¿Luces encendidas? Necesidades de energía para América Latina y el Caribe al 2040*, Monografía del Banco Iberoamericano de Desarrollo (BID), 378. IDB-MG-378. 2016.

Reyer C.P.O., et al. (2017) Climate change impacts in Latin America and the Caribbean and their implications for development. *Regional Environmental Change* 17, 1601–1621.

Samaniego J.L et al. (2019) *Panorama de las contribuciones determinadas a nivel nacional en América Latina y el Caribe, 2019. Avances para el cumplimiento de Acuerdo de Paris*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile. LC/TS.2019/89-P.

Conde-Álvarez C. y Saldaña-Zorilla S.O. (2007) Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Revista Ambiente y Desarrollo* 23 (2), 23 - 30, Santiago de Chile.

ODS website: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Programa Habitat III de Naciones Unidas. (2017) *Nueva Agenda Urbana*. Ed. Naciones Unidas. ISBN: 978-92-1-132736-6.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2016) *Guía Metodológica iniciativa ciudades emergentes y sostenibles. Iniciativa de ciudades emergentes y sostenibles*. IDB-MG-492.

Krangsås S.G. et al. (2021) Positive Energy Districts: Identifying Challenges and Interdependencies. *Sustainability* 13, 10551.

INTERCOONECTA. (2019) Actividad formativa sobre Distritos de Energía Positiva y su Adaptación a las condiciones del Cambio Climático. Organizado CIEMAT y AECID: https://intercoonecta.aecid.es/contenidocomunicacion/Paginas/energia_positiva.aspx

Soutullo S. et al. (2020) Testing Platforms as Drivers for Positive-Energy Living Laboratories. *Energies* 13 (21), 5621.

Comisión Nacional de Energía de la República Dominicana (CNE). (2018) *Informe Anual de Actuaciones del Sector Energético 2018*. Disponible online: <https://www.cne.gob.do/wp-content/uploads/2020/12/2018-Informe-Anual-de-Actuaciones-del-Sector-Energ%C3%A9tico-2018.docx>