

Marco regional de descarbonización de San Diego

RESUMEN PARA LEGISLADORES



Equipo del proyecto

Director del proyecto

Gordon C. McCord

Vicedecano y profesor auxiliar de Economía

Director de la Iniciativa de Políticas Globales de San Diego

Facultad de Estrategia y Política Global, Universidad de California en San Diego (UC San Diego)

Gerente del proyecto

Elise Hanson, condado de San Diego, Grupo de Uso del Suelo y Medioambiente

(Land Use and Environment Group, LUEG)

Representantes del condado de San Diego

Murtaza Baxamusa

Rebeca Appel

Sarah Aghassi

Yasamin Rasoulzadeh

Michael De La Rosa

Donna Durckel

Nicole Boghossian Ambrose

Jennifer Lawson

Renee Loewer

Autores de los capítulos

Introducción

Murtaza H. Baxamusa, LUEG

Enfoque del estudio

Ryan A. Jones, Evolved Energy Research

Análisis geoespacial de producción de energía renovable

Emily Leslie, Montara Mountain Energy

Joseph Bettles, UC San Diego

Aceleración de la descarbonización profunda en el sector del transporte

Katy Cole, Fehr & Peers

Chelsea Richer, Fehr & Peers

Eleanor Hunts, Fehr & Peers

Descarbonización de edificios

Philip Eash-Gates, Synapse Energy Economics
Jason Frost, Synapse Energy Economics
Shelley Kwok, Synapse Energy Economics
Jackie Litynski, Synapse Energy Economics
Kenji Takahashi, Synapse Energy Economics
Asa Hopkins, Synapse Energy Economics

Soluciones climáticas naturales y otras consideraciones del uso de tierras

Elise Hanson, UC San Diego
Emily Leslie, Montara Mountain Energy

Impactos en el empleo por la descarbonización en la región de San Diego

Robert Pollin, Political Economy Research Institute (PERI), Universidad de Massachusetts Amherst
Jeannette Wicks-Lim, PERI, Universidad de Massachusetts Amherst
Shouvik Chakraborty, PERI, Universidad de Massachusetts Amherst
Gregor Semieniuk, PERI, Universidad de Massachusetts Amherst

Consideraciones de políticas clave para la región de San Diego

Joseph Bettles, UC San Diego
Gordon C. McCord, UC San Diego
David G. Victor, UC San Diego
Emily Carlton, UC San Diego

Análisis de oportunidades de políticas locales

Scott Anders, Centro de Iniciativas de Políticas Energéticas (Energy Policy Initiatives Center, EPIC), Facultad de Derecho de la Universidad de San Diego
Nilmini Silva Send, EPIC, Facultad de Derecho de la Universidad de San Diego
Joe Kaatz, EPIC, Facultad de Derecho de la Universidad de San Diego
Yichao Gu, EPIC, Facultad de Derecho de la Universidad de San Diego
Marc Steele, EPIC, Facultad de Derecho de la Universidad de San Diego

La región de San Diego como modelo

Elena Crete, Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (Sustainable Development Solutions Network, SDSN) de las Naciones Unidas
Julie Topf, Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (SDSN) de las Naciones Unidas

Anexo A: Resumen del modelado del sistema de energía a nivel estatal

Ryan Jones, Evolved Energy

Anexo B: Revisión de autoridades de las agencias y las jurisdicciones locales para modificar y regular las emisiones de GEI

Joe Kaatz, EPIC, Universidad de San Diego

Agradecimientos

Un agradecimiento especial a la Junta de Supervisores del condado de San Diego: al presidente Nathan Fletcher, a la vicepresidenta Nora Vargas, al supervisor Joel Anderson, a la supervisora Terra Lawson-Remer y al supervisor Jim Desmond por su dirección y liderazgo en el establecimiento de este marco.

Los autores le agradecen a David Victor por su asesoramiento durante el proyecto y a Joseph Bettles, Tyler Spencer, Emily Carlton, Elissa Bozhkov y Jeffrey Myers por el apoyo editorial y de investigación, también a Isaac Wang por el apoyo en la gestión del proyecto.

El equipo del proyecto agradece a las siguientes personas por su asesoramiento estratégico a los representantes del condado de San Diego: Elizabeth King (Agencia de Protección Ambiental de California), Jamal Russell Black (Centro de Innovación y Política Regional de San Diego), Christiana DeBenedict (San Diego Foundation), Everett Au (San Diego Foundation), Amenah Gulamhusein (San Diego Foundation) y Susan L. Guinn (Centro de Innovación y Política Regional de San Diego).

El equipo del proyecto también quiere agradecer al grupo de trabajo técnico y a todos los participantes y comentaristas que contribuyeron con su tiempo y conocimientos al enviar comentarios escritos u orales y fueron a nuestras reuniones y talleres.

Descargo de responsabilidad

Este informe fue financiado por el condado de San Diego. Los autores declaran no tener intereses en competir con entidades relevantes en la región de San Diego.

Este informe resumido debe citarse de la siguiente manera:

McCord, Gordon C., Elise Hanson, Murtaza H. Baxamusa, Emily Leslie, Joseph Bettles, Ryan A. Jones, Katy Cole, Chelsea Richer, Eleanor Hunts, Philip Eash-Gates, Jason Frost, Shelley Kwok, Jackie Litynski, Kenji Takahashi, Asa Hopkins, Robert Pollin, Jeannette Wicks-Lim, Shouvik Chakraborty, Gregor Semeniuk, David G. Victor, Emily Carlton, Scott Anders, Nilmini Silva Send, Joe Kaatz, Yichao Gu, Marc Steele, Elena Crete y Julie Topf. *Marco regional de descarbonización de San Diego: resumen para legisladores*. Condado de San Diego, California. 2022.

Introducción

El consenso científico mundial es claro: el mundo está atravesando por una crisis climática provocada por el hombre y nuestra posibilidad de reducir de manera significativa las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se está agotando.ⁱ Las actividades humanas han calentado el planeta a través de la rápida acumulación de GEI en la atmósfera y en el océano, de manera que han provocado cambios veloces y alarmantes. Mediante los pactos globales, como el Acuerdo climático de París, y las políticas de la legislación y los decretos ejecutivos de California, se reconoce la necesidad inmediata de la descarbonización en todas las industrias. En los sitios donde las iniciativas diplomáticas anteriores no han podido alcanzar un progreso suficiente con respecto al cambio climático, los modelos regionales de solución de problemas que dan cuenta de los compromisos a nivel mundial y las necesidades locales pueden representar un enfoque más eficaz.

El informe técnico del Marco Regional de Descarbonización (Regional Decarbonization Framework, RDF) de San Diego ofrece *alternativas técnicas y políticas para lograr la descarbonización en el mediano plazo que aportan información para la legislación a corto plazo por parte de gobiernos regionales, del condado y municipales*. El informe modela alternativas sobre la base de la ciencia para lograr cero emisiones de carbono netas en la región de San Diego para 2045, lo que coincide con el Acuerdo climático de París y con los mandatos del estado de California. Las alternativas brindan una visión compartida para la región de San Diego con el objetivo de lograr una reducción colectiva de las emisiones de GEI netas, de manera de alcanzar el objetivo de California de lograr cero emisiones netas. Este informe es un análisis técnico de cómo los diferentes sectores en el sistema de energía pueden contribuir a la descarbonización, pero no identifica la alternativa “correcta”. Muestra, en cambio, múltiples maneras de lograr los objetivos de emisiones regionales en muchos sectores para resaltar las soluciones intermedias, los beneficios colaterales, los puntos de decisión, los riesgos y las sinergias. Los análisis y las alternativas deben actualizarse a medida que las tecnologías evolucionan o se resuelven o aclaran las incertidumbres. Con ese fin, el informe explora los procesos de políticas para ayudar a las jurisdicciones regionales a conocer las incertidumbres y ajustar las estrategias a medida que surge información.

Marco de estudio y consideraciones de políticas clave

Este informe analiza las formas de alcanzar una descarbonización profunda en el sistema energético de San Diego, que se define como la producción y el consumo totales de energía en los sectores de energía eléctrica, el transporte y la construcción, para cumplir con los objetivos nacionales y estatales de lograr cero emisiones netas.

ⁱ Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), “*Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers*”. WGII Sixth Assessment Report, febrero de 2022. Disponible en: https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf.

La descarbonización profunda se refiere al proceso de reducción drástica del dióxido de carbono (CO₂) y otras emisiones de GEI en toda la economía. En este informe, “cero netas” se refiere a que las emisiones de CO₂ del sistema de energía causadas por el hombre equivalen a la eliminación y el almacenamiento de CO₂ causado por el hombre, lo que hace que las emisiones netas del sistema de energía sean cero.ⁱⁱ El informe técnico del RDF no se basa en resultados fuera de la región para alcanzar los objetivos de cero emisiones netas. Es importante destacar que las emisiones de otros sectores, como los desechos, se excluyeron de este análisis porque están fuera del alcance del sistema energético definido, que representa el 80 % de las emisiones regionales.ⁱⁱⁱ No obstante, existen numerosos beneficios colaterales asociados a la reducción drástica de las emisiones de otros sectores y las reducciones de emisiones o los beneficios colaterales también pueden alinearse con las metas estatales, como la reducción de las emisiones de vertederos a través de la desviación de desechos y el compostaje.

Las alternativas de descarbonización del informe técnico del RDF se elaboraron a partir de situaciones de descarbonización profunda estatales y nacionales de mayor tamaño, para garantizar que coincidieran con las alternativas de descarbonización a nivel estatal.

Evolved Energy Research (EER) redujo los modelos estatales y nacionales para desarrollar modelos regionales conforme a cinco situaciones hipotéticas (también conocidas como casos modelo).^{iv} Los modelos de descarbonización profunda permiten análisis cuantitativos comparativos de las opciones de política regional y los resultados de la descarbonización en diferentes sectores. Un ejemplo de los aportes de los modelos de EER para el sector energético muestra cómo los diferentes casos modelo afectan la descarbonización a nivel estatal en la capacidad de electricidad instalada total necesaria (figura 1) y las emisiones de CO₂ de los procesos de la industria y la energía hasta 2050 (figura 2). Usar estos modelos adaptados también es importante porque los sistemas de transporte y de energía locales están interconectados con otras regiones y otros estados, de manera que las jurisdicciones regionales deben colaborar con las actividades de descarbonización de otras jurisdicciones estatales y regionales.

ⁱⁱ Tenga en cuenta que el modelado del sistema de energía solo tiene en cuenta las emisiones de CO₂, y las soluciones climáticas naturales y los análisis del Plan de Acción Climática (Climate Action Plan, PAC) también tienen en cuenta otros gases de efecto invernadero (como el metano, los óxidos nitrosos, y demás). Estos GEI se convierten a su “equivalente de dióxido de carbono” (CO₂e) para una comparación más sencilla.

ⁱⁱⁱ Hay más información sobre el alcance del estudio en el capítulo 1 y el anexo A. Sobre los aportes sectoriales a las emisiones regionales totales encontrará más información en el capítulo 8 y en el anexo X del Plan Regional 2021 de la Asociación de Gobierno de San Diego. (https://sdforward.com/docs/default-source/2021-regional-plan/appendix-x---2016-greenhouse-gas-emissions-inventory-and-projections-for-the-san-diego-region.pdf?sfvrsn=8444fd65_2).

^{iv} En el capítulo 1 y el anexo A encontrará más detalles sobre los casos modelo.

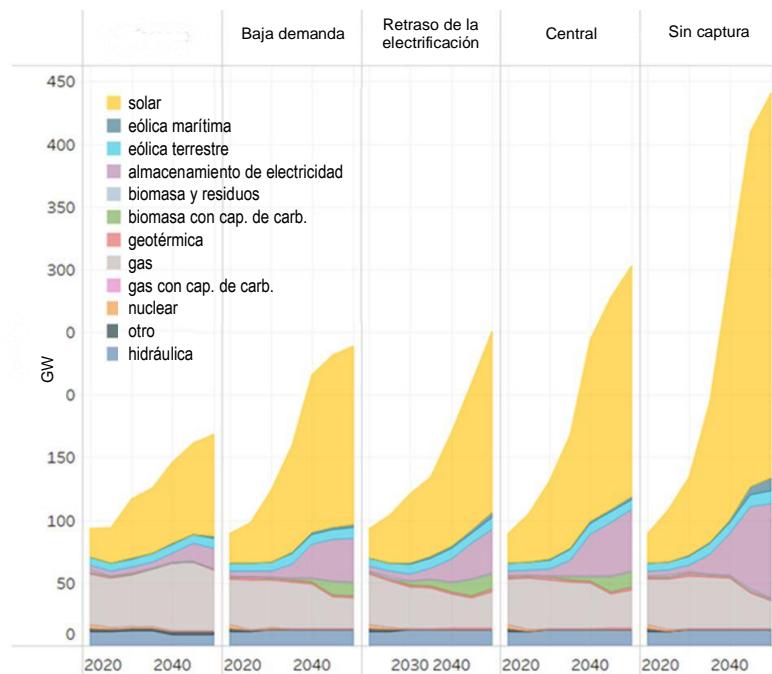


Figura 1. Resultados para el total de la capacidad de electricidad instalada requerida en California para alcanzar las cero emisiones netas a nivel estatal en 2050, según cinco situaciones (o casos) modelo diferentes en el modelo de EER. En el anexo A hay más información sobre el modelo de EER, las adaptaciones y las situaciones modelo.

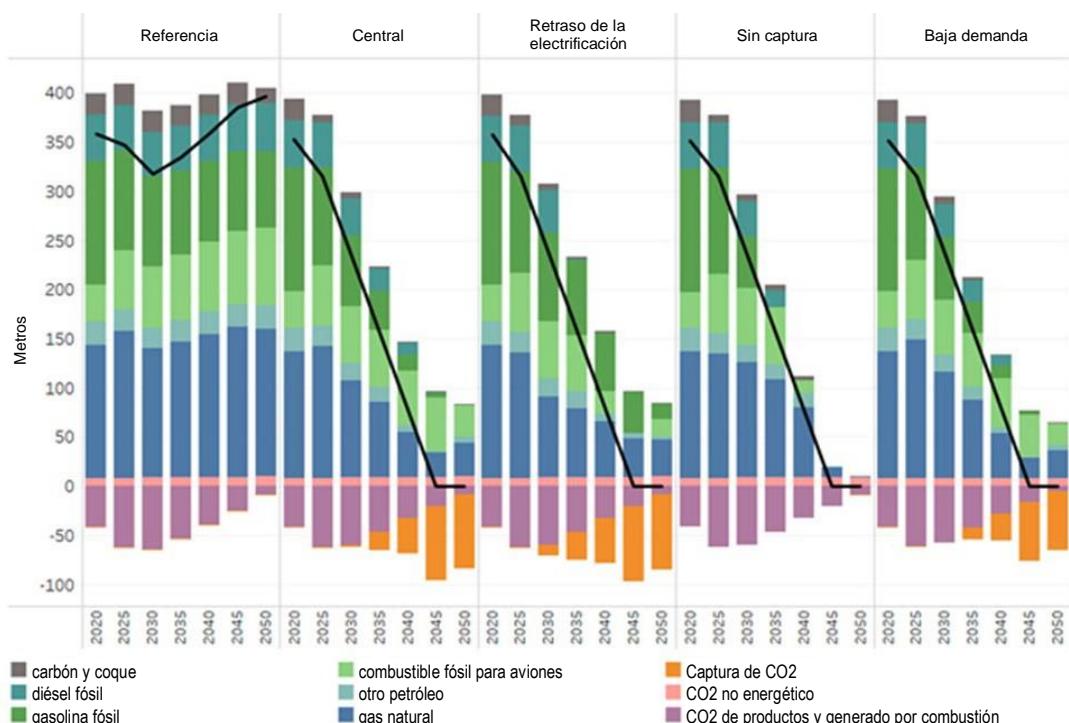


Figura 2. Resultados de las emisiones de CO₂ provenientes de procesos industriales y energéticos en California a partir del modelo de EER para cinco situaciones (o casos) diferentes. Los colores que se encuentran por encima del eje x representan las emisiones positivas, y los colores por debajo del eje x representan las emisiones negativas resultantes. La línea negra indica las emisiones de CO₂ netas. El “CO₂de productos y generado por combustión” es el CO₂ que termina capturado en los materiales (p. ej., el asfalto atrapa el CO₂ durante su producción) o las reducciones de CO₂ no contabilizadas en los inventarios actuales (p. ej., las reducciones de emisiones provenientes de la aviación interestatal no están incluidas en la contabilización de las emisiones estatales individualizadas, pero sí las de la aviación intraestatal).

Los expertos en la producción de energía renovable, el transporte y la construcción modelaron alternativas de descarbonización factibles en términos técnicos para que la región cree un mapa de ruta con base en la ciencia de descarbonización regional para alcanzar las cero emisiones netas para mediados de siglo. Estos modelos se enfocaron en tecnologías probadas y escalables para descarbonizar las emisiones de GEI más importantes de la región (figura 3) que están dentro de la jurisdicción de los gobiernos y agencias locales. Esto excluyó tecnologías en fases experimentales o tempranas porque las autoridades regionales no pueden implementarlas inmediatamente a escala. De igual manera, tampoco se incluyó el desarrollo de energía renovable en aguas federales y estatales, excepto para dar contexto a la disponibilidad de recursos en la región de San Diego.

Además, el informe técnico del RDF destaca las incertidumbres en el proceso de descarbonización y la necesidad de procesos de planificación continuos que se puedan adaptar a medida que avanzan los escenarios legislativos y tecnológicos. Por ejemplo, la mayor disponibilidad de energía renovable del condado de Imperial o México puede afectar la combinación de energías renovables de la región de San Diego, lo cual podría evitar la necesidad de construir infraestructura de energía renovable local más costosa. De igual manera, el desarrollo federal y estatal de energía eólica marítima podría reducir la necesidad de desarrollar infraestructura renovable en tierra en la región de San Diego.

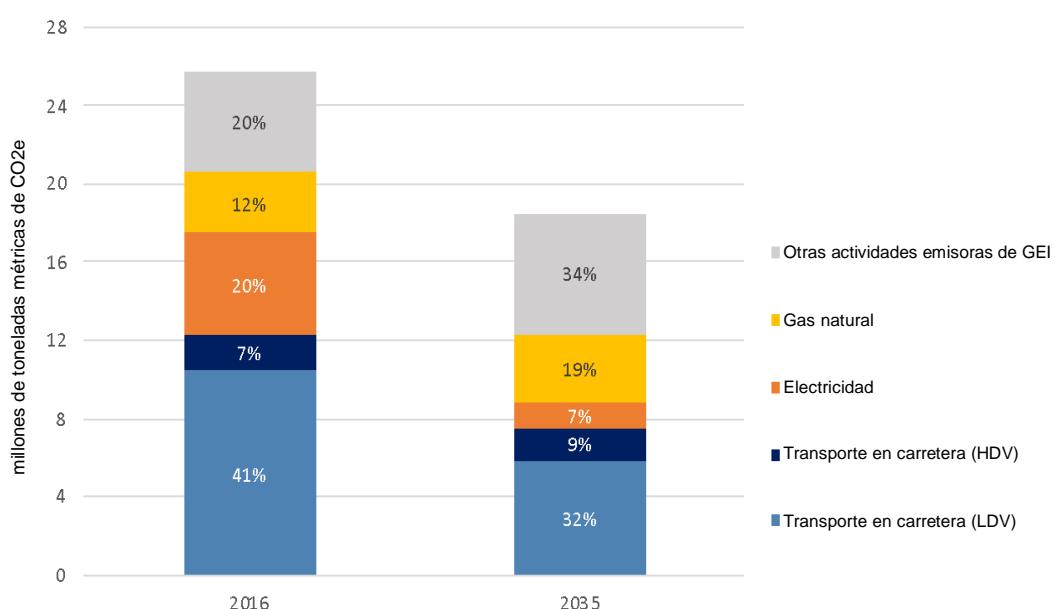


Figura 3. Los cálculos de las emisiones del equivalente de dióxido de carbono (CO2e) de toda la región medidas en millones de toneladas métricas. La categoría “otras” incluye emisiones de fuentes industriales, transporte todo terreno, desechos, aviación, agua, y demás, que no se tuvieron en cuenta en el informe técnico del RDF. Se debe contemplar que los valores de 2035 representan el impacto de determinadas medidas federales y estatales.

Fuente: anexo X del Plan Regional SANDAG 2021, disponible aquí: https://sdforward.com/docs/default-source/2021-regional-plan/appendix-x---2016-greenhouse-gas-emissions-inventory-and-projections-for-the-san-diego-region.pdf?sfvrsn=8444fd65_2.

Consideraciones de políticas clave

El informe técnico del RDF identifica estrategias de “bajo riesgo” que ofrecen la mejor evaluación sobre las soluciones de corto plazo más económicas y más eficaces para reducir las emisiones en cada sector. Estas estrategias representan acciones de descarbonización sólidas en el corto plazo, independientemente de cómo se resuelvan las incertidumbres, pero aún se desconoce si son las mejores alternativas a largo plazo (tabla 1).

La descarbonización exitosa requiere tanto soluciones técnicas como estrategias políticas que puedan adaptarse a los cambios en la comprensión científica y las condiciones políticas y económicas locales. El aprendizaje eficiente y el ajuste de políticas requieren que los actores locales, tanto líderes como personas en la primera línea, primero implementen soluciones iniciales y luego participen en una revisión sistemática y continua de los resultados para impulsar un aprendizaje significativo sobre lo que funciona y lo que no. Las “mejores” soluciones y alternativas pueden (y deben) evolucionar con el tiempo, conforme al avance de la tecnología y de la ciencia, y a medida que los actores aprendan lo que es eficaz en la región de San Diego.

Tabla 1 Ejemplos de estrategias de “bajo riesgo” en las cuatro alternativas sectoriales.

Establecimiento de energía renovable <ul style="list-style-type: none">• Respaldar los recursos solares distribuidos (incluida la energía solar en tejados y la energía solar de relleno en áreas como estacionamientos), en particular en comunidades de bajos ingresos.• Comenzar a planificar el desarrollo a escala de servicios públicos en áreas identificadas en la mayoría de las situaciones (p. ej., la región JVR planificada).	Transporte <ul style="list-style-type: none">• Fomentar un desarrollo más denso y de uso mixto alrededor de paradas de tranvías, corredores de transporte público y centros de movilidad nuevos y existentes.• Electrificar flotas de vehículos (jurisdicciones, agencias, distritos escolares, etc.).• Requerir conexiones de vehículos eléctricos (VE) en construcciones nuevas o adiciones; agilizar los permisos de fabricación para modernizar vehículos eléctricos.
Edificios <ul style="list-style-type: none">• Crear incentivos para reemplazar los calentadores de agua y calefactores de espacios al final de su vida útil con alternativas eléctricas.• Hacer que los edificios nuevos sean totalmente eléctricos.• Enfocarse en electrificar residencias de bajos ingresos, vulnerables y de alquiler.	Uso de tierras y soluciones climáticas naturales <ul style="list-style-type: none">• Proteger tierras naturales y de trabajo.• Reforzar el cultivo del carbono en toda la región.• Aumentar la cobertura de árboles, arbustos y plantas en áreas urbanas y suburbanas.

El informe técnico del RDF propone una gobernanza institucional a nivel regional para facilitar la colaboración y el aprendizaje continuos entre jurisdicciones.^v Compuesta por un comité directivo regional, grupos de trabajo de sectores y asesores de primera línea, esta estructura uniría a funcionarios de gobierno reconocidos, organismos de planificación, entes reguladores, partes interesadas de la industria, expertos y trabajadores de primera línea en cada sector y de toda la región para probar, evaluar y ajustar estrategias. Tal estructura es necesaria porque lograr grandes cambios y un rápido aprendizaje necesario para abordar el cambio climático es un problema de acción colectiva. Desde la perspectiva individual, las agencias y jurisdicciones locales en la región de San Diego tienen un grado limitado de autoridad directa sobre todo el conjunto de medidas necesarias para descarbonizar. La cooperación de toda la región puede aumentar el impacto conjunto a través de señales de política claras, creíbles y coherentes, la resolución conjunta de problemas, la combinación de experiencias sobre lo que funciona, y una mayor influencia y capacidad de los recursos combinados. Como analizamos en los capítulos 7 y 8, los ejemplos de cooperación regional incluyen el establecimiento de incentivos para la acción, la recopilación de datos, la realización de análisis, el apoyo al desarrollo y la implementación de políticas, la convocatoria de grupos de trabajo y partes interesadas, y el seguimiento del avance. Un Acuerdo de poderes conjunto (Joint Power Agreements, JPA) de Acción Climática Regional puede facilitar esa cooperación y, al hacerlo, puede ayudar a escalar el pensamiento estratégico y la toma de decisiones sobre la descarbonización. La figura 4 describe un proceso institucional a través del cual el gobierno regional, con los aportes de las soluciones técnicas propuestas en el RDF y de la participación continua de las partes interesadas, puede promover un aprendizaje significativo en cada sector.

Dentro de este proceso institucional, el informe técnico del RDF también propone dos estrategias para interactuar con actores y agencias fuera de la región para maximizar el impacto dentro de esta última. En primer lugar, los líderes de descarbonización regionales deberán trabajar continuamente con agencias externas, sobre todo a nivel estatal, para influir en las políticas que afectan las iniciativas locales (p. ej., normas sobre energía renovable). En segundo lugar, los líderes locales deben aprovechar el sector privado enfocado en la tecnología de la región y de las múltiples comunidades universitarias para establecer a la región de San Diego como un banco de pruebas para proyectos piloto y de demostración. Si bien es poco probable que las inversiones en innovación a escala regional por sí solas afecten drásticamente la preparación tecnológica en todos los sectores, las pruebas locales y el despliegue de tecnologías desarrolladas en otros lugares pueden contribuir al esfuerzo global de desafiar los límites de la ciencia en cuanto a soluciones climáticas. La participación externa no solo apoya las reducciones de emisiones locales, sino que también promete atraer recursos externos y la atención de los legisladores estatales y federales, con posibles efectos positivos en la economía local.

^v En el capítulo 7 hay más información sobre la colaboración y el aprendizaje en todas las jurisdicciones.

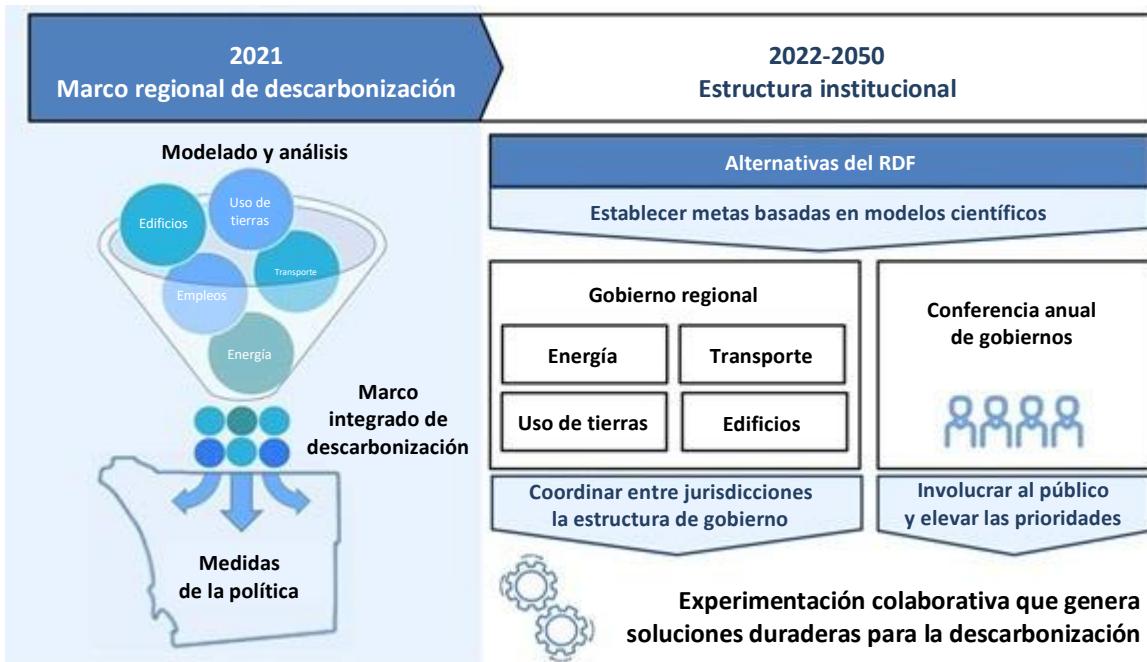


Figura 4. El informe técnico del RDF como parte de un Marco Integrado de Descarbonización y una estructura institucional. Esta estructura podría incluir organismos gubernamentales regionales de San Diego y una conferencia de gobiernos, por ejemplo.

En resumen, el RDF propone la institucionalización de un proceso cooperativo y muy transparente para obtener nueva información sobre “lo que funciona” con la descarbonización profunda, comparando las mejores prácticas dentro de la región y participando fuera de esta con legisladores, partes interesadas de la industria y otros expertos que contribuyen a la evolución de las estrategias nacionales. Esto no solo ayuda a reducir al máximo las emisiones locales, sino que también permite que la región de San Diego influya en las políticas climáticas federales y estatales y se convierta en un líder eficiente para otras jurisdicciones. La región de San Diego representa solo el 0.08 % de las emisiones globales, por lo que generar seguidores representa la mejor opción de la región para tener un impacto real en la mitigación del cambio climático.

Descarbonización de la electricidad

El informe técnico del RDF identifica las áreas de bajo impacto medioambiental, de alta calidad y factibles en términos técnicos para el desarrollo de infraestructura de energía renovable en la región de San Diego y en el condado de Imperial vecino. Las emisiones de electricidad representaron aproximadamente el 20 % del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para la región de San Diego en 2016 y constituyen la segunda fuente de emisiones más importante de la región (figura 3). Descarbonizar la producción de electricidad requerirá la implementación sustancial de nuevos recursos renovables. Establecer instalaciones e infraestructura de energía renovable puede tener un impacto significativo sobre el medioambiente y requerirá infraestructura de transmisión nueva y mejorada. Por lo tanto, el RDF incluye una serie de situaciones con diferentes usos de la tierra que pretenden informar los debates políticos en las jurisdicciones de toda la región sobre las soluciones intermedias con respecto al uso de la tierra y los costos de energía renovable.

La región de San Diego tiene suficientes tierras disponibles para la generación de energía solar y eólica para lograr un sistema de energía totalmente descarbonizado, en línea con el modelo del sistema aplicado en todo California. No obstante, cumplir con las normas de confiabilidad requerirá inversiones importantes, pero inciertas, en un conjunto de recursos adicionales que incluyen la gestión según la demanda, el almacenamiento y la generación flexible e intermitente excedente. La región puede producir la demanda de energía proyectada para 2050 de 49,979 gigavatios hora (GWh) por año con el desarrollo de fuentes de energía solar y eólica en tierra a escala local (tabla 2). Sin embargo, la demanda de energía puede ser mayor o menor que el suministro de energía renovable en un momento determinado (por ejemplo, por la noche o en días nublados). Por lo tanto, se necesitan inversiones en otras infraestructuras de almacenamiento de energía para ofrecer a la región un suministro de energía renovable confiable. No obstante, los costos de estos recursos adicionales, como energía hidroeléctrica de almacenamiento por bombeo y baterías, siguen siendo muy inciertos.

El costo nivelado de energía (Levelized Cost of Energy, LCOE), que es el costo ajustado de producción de electricidad por megavatio hora (MWh) que incluye los costos de transmisión, se utilizó como métrica para comparar los costos del proyecto. El LCOE permite tanto la comparación directa de proyectos como la flexibilidad, a medida que se resuelven las incertidumbres y se construye la infraestructura (centrales eléctricas, líneas de transmisión, interconexiones, etc.). Mediante el LCOE se puede calcular el costo mayorista de electricidad para proyectos a escala de servicios públicos. El LCOE incluye los costos de la construcción inicial de la planta eólica o solar y el costo de la interconexión de ese proyecto a la red, que se dividen por la producción total de energía para obtener un costo por unidad de producción de energía.

Los costos de transmisión están incluidos en los costos de capital del proyecto y se basan en los documentos del Proceso de Planificación de Transmisión del Operador de Sistemas Independientes de California (California Independent Systems Operator, CAISO). El LCOE es una forma de comparar diferentes tipos de proyectos de energía en función de una unidad de energía producida. Por ejemplo, las métricas del LCOE permiten comparar una planta de energía solar con una planta de energía de gas natural en función del costo por MWh que puede producir.

Tabla 2. Áreas candidatas para el proyecto (candidate project areas, CPA) y potencial total de recursos anuales en el condado de San Diego y el condado de Imperial. Los recursos a gran escala se refieren a proyectos a gran escala de recursos solares, eólicos y geotérmicos. Otros recursos provienen de proyectos de menor escala, que incluyen energía solar en tejados, energía solar o eólica de relleno y energía solar o eólica en áreas abandonadas. Las CPA geotérmicas son áreas distintas y se listan como el número de sitios potenciales en lugar de por su área total. Se calcula que la demanda anual total de la región de San Diego para 2050 será de 49,979 GWh.

Hallazgos	Condado de San Diego		Condado de San Diego + condado de Imperial	
	Solo escala de servicios públicos	Con tejados, relleno y áreas abandonadas	Solo escala de servicios públicos	Con tejados, relleno y áreas abandonadas
Solar				
Área (km ²)	661	985	3,417	3,741
Potencial (GWh)	54,784	102,925	84,888	109,742
Eólica terrestre				
Área (km ²)	86	86	3,712	3,749
Potencial (GWh)	730	730	22,540	22,572
Eólica marítima				
Área (km ²)	1,660	1,660	1,660	1,660
Potencial (GWh)	9,869	9,869	9,869	9,869
Geotérmica				
Cantidad de sitios	0	0	5	5
Potencial (GWh)	0	0	10,680	10,680
Potencial total de recursos renovables (GWh)	65,382	113,523	117,296	142,183
Balance de recursos de electricidad (GWh)	15,403	63,544	67,317	92,204

El informe técnico del RDF crea múltiples situaciones de selección de sitios para la infraestructura de energía renovable a fin de que se tomen decisiones informadas. Estas incluyen situaciones de menor costo; situaciones que incluyen recursos solares, eólicos y geotérmicos del condado de Imperial; situaciones que minimizan los impactos en diferentes tipos de terrenos; y situaciones con diferentes combinaciones de recursos eólicos y solares (tanto distribuidos como a gran escala) en sitios urbanos, terrenos urbanizados y terrenos abandonados. En las situaciones de menor costo (1 y 2) se seleccionaron sitios de energía renovable a escala de servicios públicos de menor a mayor LCOE. En las situaciones adicionales se priorizan diferentes objetivos de la política, como evitar determinados terrenos (3 a 5) o priorizar el desarrollo en otros (6 y 7). En otras se combinan recursos y prioridades políticas (8 y 9).

Las situaciones son las siguientes (consulte la tabla 3 para conocer los valores):^{vi}

1. Costos más bajos, alta capacidad local (solo en el condado de San Diego) (figura 5).
2. Costos más bajos, alta entrega de transmisión (condados de San Diego e Imperial) (figura 6).
3. Minimizar la pérdida de tierras con alto valor de conservación (figura 7).
4. Minimizar la pérdida de tierras con alto valor monetario.
5. Minimizar la pérdida de tierras con alto potencial de captura de carbono.
6. Utilizar únicamente tierra desarollable.
7. Situación de energía solar en tejados o de relleno.
8. Situación de modo mixto (incluye una combinación de áreas desarollables en la región y áreas cercanas con mejoras de transmisión, energía geotérmica cercana, energía solar en tejados, energía solar y eólica en áreas abandonadas, y almacenamiento de baterías) (figura 8).
9. Maximizar la energía solar en tejados, minimizar el impacto en la conservación y las tierras agrícolas.

Tabla 3 Resumen de situaciones con potencial de recursos de energía renovable y déficit de energía con demanda prevista. Todos los valores están en GWh. Los valores de “déficit con demanda” se basan en los cálculos de demanda anual del caso central del modelo de EER de 49,979 GWh para la región de San Diego para 2050.

<i>Número de situación</i>	<i>Descripción de la situación</i>	<i>Tipo de recurso</i>	<i>Potencial del recurso (GWh)</i>	<i>Exceso (déficit) con demanda (GWh)</i>
Situación 1	Costo mínimo (solo en el condado de San Diego)	Solar, eólica	49,979	–
Situación 2	Costo mínimo (condados de San Diego e Imperial)	Solar, eólica, geotérmica	49,979	–
Situación 3	Bajo impacto ambiental	Solar, eólica	15,777	(34,202)
Situación 4	Bajo valor de la tierra	Solar, eólica	52,394	2,415
Situación 5	Potencial de captura de carbono	Solar, eólica	22,844	(27,135)
Situación 6	Desarrollable	Solar, eólica	13,894	(36,085)
Situación 7	Solar en tejados y de relleno	Solar	17,478	(32,501)
Situación 8	Combinación de recursos de modo mixto (condados de San Diego e Imperial)	Solar, eólica, geotérmica	50,147	168
Situación 9	Tejados altos, bajo impacto en tierras de conservación, evitar tierras agrícolas valiosas (condados de San Diego e Imperial)	Solar, eólica	44,177	(5,802)

^{vi} Consulte las secciones 2.4.5 y 2.4.6 para ver descripciones de los datos y métodos para la selección del sitio y el área del proyecto candidato. Consulte las secciones 2.5.1 y 2.5.2 para leer sobre los resultados, el análisis y los mapas de las situaciones.

Situación 1: Solar y eólica dentro del condado de San Diego

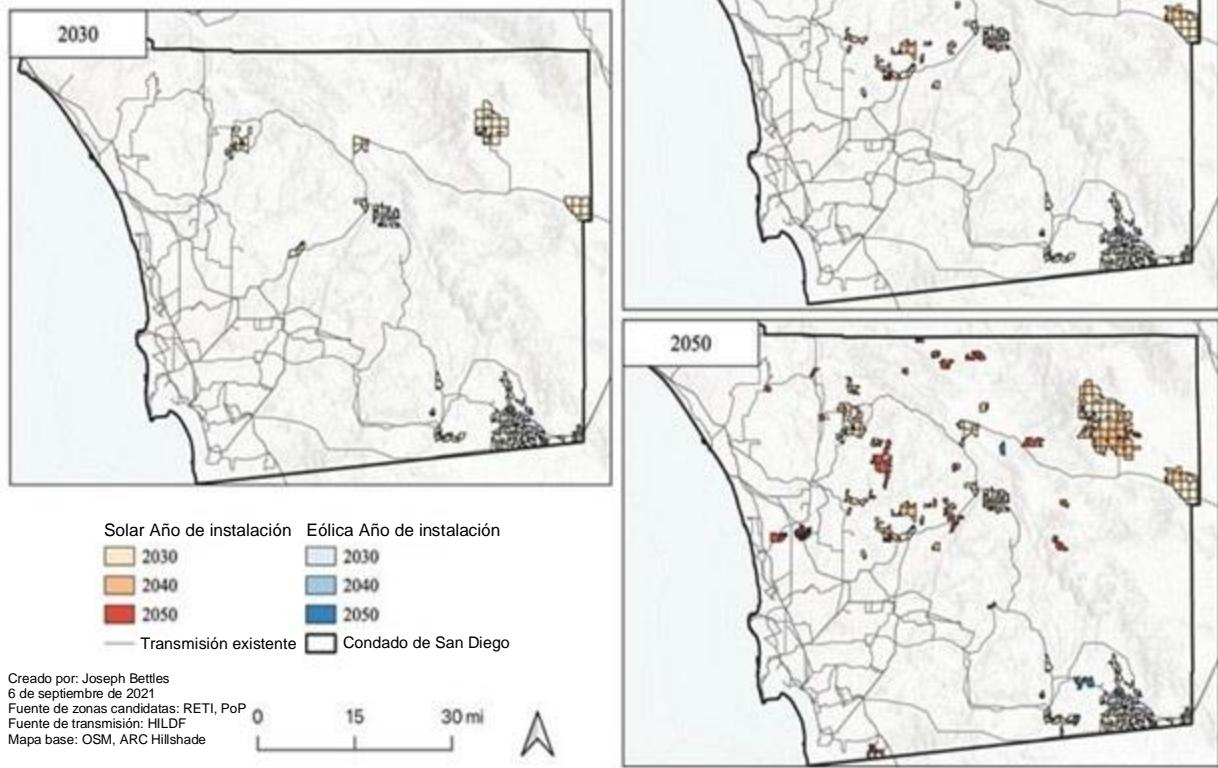


Figura 5. Situación 1: Situación de menor costo solo en la región de San Diego. Este análisis selecciona fuentes de energía solar y eólica terrestres a escala de servicio público desde los costos más bajos hasta los más altos para satisfacer la demanda de energía proyectada. Los tres paneles muestran la cantidad acumulada requerida cada año que le podría permitir a la región alcanzar la descarbonización total de la energía para 2050. Los colores más claros representan las áreas candidatas para el proyecto (CPA) que se desarrollarían antes porque son más económicas. Los colores azules representan los recursos de energía eólica, y los colores anaranjados y rojos representan los recursos de energía solar. Esta situación tiene un LCOE promedio de \$40.65 por megavatio hora (MWh).

Situación 2: Solar, eólica y geotérmica dentro de los condados de San Diego e Imperial

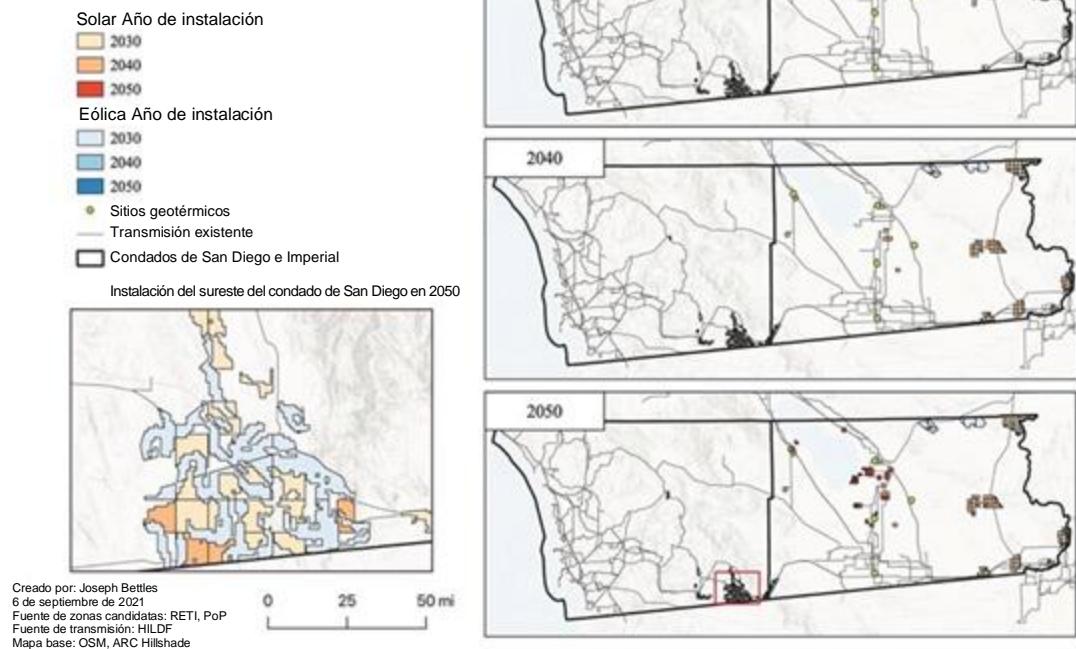


Figura 6. Situación 2: Situación de menor costo en los condados de San Diego e Imperial. Este análisis selecciona fuentes de energía solar, eólica terrestre y geotérmica desde los costos más bajos hasta los más altos para satisfacer la demanda de energía proyectada. Estos mapas muestran la acumulación durante tres períodos. Los colores representan la acumulación por año (los colores más claros representan las acumulaciones más rápidas en el tiempo) y las fuentes de energía (anaranjado y rojo para la energía solar, azul para la energía eólica y verde para la energía geotérmica). El recuadro muestra la selección del sitio del área de Jacumba Hot Springs en 2050 y el área que incluye los sitios de Jacumba Valley Ranch (JVR) propuestos o planificados. Esta situación tiene un LCOE promedio de \$42.04 por megavatio hora (MWh).

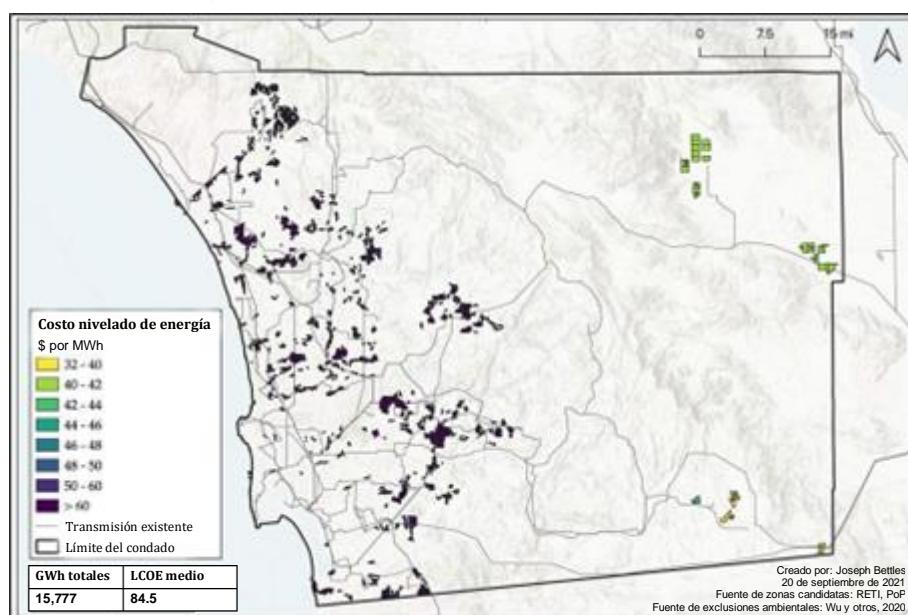


Figura 7. Situación 3: Excluir tierras con valor alto de conservación. Esta situación minimiza el impacto sobre las áreas con alto valor de conservación y sobre otras áreas que son sensibles o importantes a nivel ambiental. No logra satisfacer la demanda de energía regional y es relativamente más costosa (con un LCOE promedio de \$84.5 por MWh).

La situación de modo mixto utiliza una combinación de tecnologías probadas y escalables que se encuentran dentro de las jurisdicciones del condado de San Diego, del condado de Imperial o de otras entidades regionales, con el fin de cubrir la demanda tanto en el corto plazo (año 2025) y para la mitad del siglo (se muestra en la figura 8). Estas tecnologías incluyen el desarrollo de infraestructura de áreas abandonadas (infraestructura de energía solar o eólica construida sobre sitios que antes estaban contaminados); energía eólica y solar a escala de servicio público en los condados de San Diego e Imperial; energía solar en tejados o de relleno (“energía solar de relleno” hace referencia a los proyectos de energía solar construidos en entornos urbanos de alta densidad demográfica) y energía geotérmica (una fuente de energía limpia de carga base que no depende del viento, el sol u otras fuentes de energía variables).

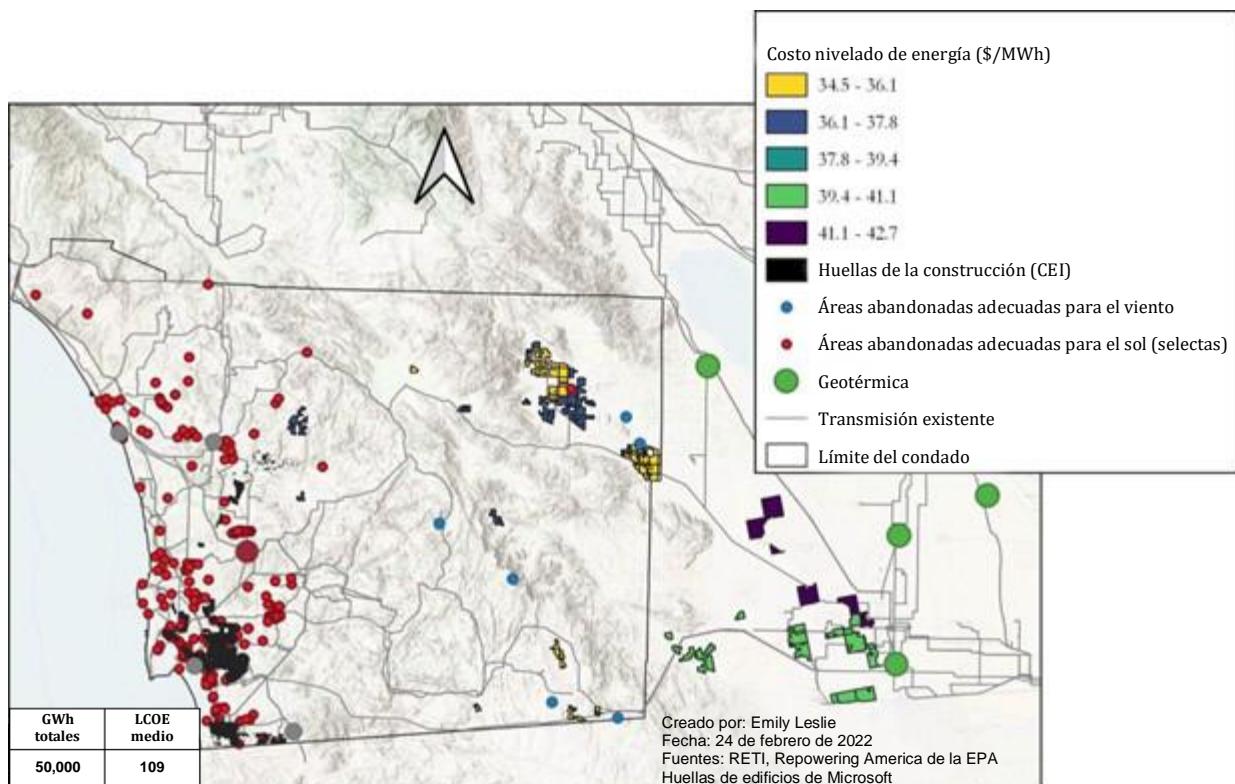


Figura 8. Situación 8: Situación de modo mixto en 2050. Esta figura muestra los sitios seleccionados para cubrir la demanda de electricidad en 2050 mediante una variedad de recursos: 12 % de energía solar en tejados, 23 % de energía solar en áreas abandonadas, 0.1 % de energía eólica en áreas abandonadas, 6 % de energía solar a escala de servicios públicos en terrenos urbanizables en el condado de San Diego, 0.4 % de energía eólica a escala de servicios públicos en terrenos desarollables en el condado de San Diego, 38 % de energía solar en Imperial, 21 % de energía geotérmica en Imperial. La suma de las fuentes de energía solar en tejados y en áreas abandonadas genera una reducción del 35 % del impacto en las tierras. Esto cubre la demanda regional de energía, pero tiene costos promedio altos (LCOE promedio de \$109 por MWh) en parte, por los altos costos del desarrollo de energía en tejados y en áreas abandonadas, así como el alto costo de la geotermia.

Existen algunas semejanzas en los resultados de todas las situaciones, lo que sugiere que estas pueden ser opciones de infraestructura de energía renovable de “bajo riesgo”. Los análisis geoespaciales del establecimiento de la energía renovable han demostrado que el desarrollo de energía solar en tejados, energía solar de relleno y energía en áreas abandonadas reduce el cambio general del uso de la tierra en terrenos naturales y de trabajo. Además, estos recursos pueden traer beneficios colaterales a las comunidades, como la reducción de la contaminación y oportunidades económicas. Por lo tanto, a pesar de los costos relativamente altos en comparación con el desarrollo a escala de servicios públicos, la construcción de recursos renovables urbanos y distribuidos es una estrategia de bajo riesgo que tiene poco impacto en los hábitats, la agricultura y las comunidades rurales y puede brindar oportunidades atractivas de capacitación laboral donde actualmente escasean en relación con el desarrollo a escala de servicios públicos.^{vii}

Dado el gran interés comercial y la relativa proximidad a los sitios renovables planificados o existentes, los modelos destacaron el área renovable de Jacumba Valley Ranch (JVR) en la mayoría de las situaciones. Los procedimientos de planificación estatal favorecen esta área, incluidos los del CAISO (el operador de la red de California) y la Comisión de Servicios Públicos de California (California Public Utilities Commission, CPUC), y puede representar una situación de bajo riesgo para la ampliación de la infraestructura a escala de servicios públicos. Estas situaciones no son prescriptivas y cualquier decisión relativa a la política requerirá una consideración cuidadosa de la justicia ambiental y un conocimiento más profundo de los efectos que estos desarrollos energéticos tendrán en las comunidades de interés, las comunidades de bajos ingresos, las comunidades rurales o las comunidades vulnerables.

El condado de Imperial tiene importantes recursos solares y geotérmicos que podrían proporcionar energía a la región de San Diego, pero esto puede requerir mejoras en la red de transmisión. Debido a que la infraestructura de energía renovable se desarrolla en las áreas contiguas, como el condado de Imperial, México o fuera del país, las situaciones de selección de sitios cambiarán en los análisis de demanda y suministro de energía iterativa. De igual manera, a medida que las nuevas tecnologías y los permisos pongan a disposición recursos energéticos renovables adicionales (por ejemplo, energía eólica marítima, energía de las olas, etc.), será necesario actualizar las situaciones para tener en cuenta el suministro de energía de esos nuevos recursos (consulte la tabla 3 para conocer los valores de energía eólica marítima y geotérmica). Este marco es lo suficientemente flexible para dar cuenta del suministro adicional de energía renovable a medida que esté disponible.

^{vii} Consulte el informe complementario de desarrollo del personal de Inclusive Economics, Inc. para obtener un análisis más amplio sobre la calidad del trabajo y las características de acceso de la energía renovable a gran escala frente a la energía distribuida. El informe “Putting San Diego County on the High Road: Climate Workforce Recommendations for 2030 and 2050” (Poner al condado de San Diego por delante: recomendaciones del personal de acción climática para 2030 y 2050), está disponible en el sitio web del condado: https://www.sandiegocounty.gov/content/dam/sdc/lueg/regional-decarb-frameworkfiles/Putting%20San%20Diego%20County%20on%20the%20High%20Road_June%202022.pdf.

La región debe coordinar con las agencias del Estado para garantizar la confiabilidad del sistema. La región de San Diego es parte de una red de sistemas de energía más grande, por lo que la coordinación entre las agencias debe sustentar la toma de decisiones, la planificación y la implementación de la infraestructura de energía renovable en el futuro. Por ejemplo, existe un Plan de Recursos Integrados (Integrated Resource Plan, IRP) a nivel estatal en proceso en la CPUC. Las entidades proveedoras de carga (Load Serving Entities, LSE) de todo el estado son parte de este procedimiento, y las LSE locales, como San Diego Gas and Electric (SDG&E) y Ampliaciones de Opciones Comunitarias (Community Choice Aggregators, CCA), deben presentar sus planes de adquisiciones anuales. Estas presentaciones ayudan al estado a prever posibles problemas de confiabilidad y ayudan a CAISO a planificar las actualizaciones de transmisión necesarias para adaptarse a los planes de LSE y cumplir con los objetivos climáticos. Las presentaciones de las LSE a la CPUC deben indicar la generación local distribuida esperada, la energía solar en tejados, la energía solar comunitaria, los proyectos de contratistas elegibles para acciones u otras especificaciones. Además, los funcionarios gubernamentales de la región a menudo prestan servicio en las juntas de CCA y participan en la planificación de adquisiciones y el establecimiento de objetivos. Los miembros de la junta pueden ayudar a garantizar que los planes de las LSE se implementen de manera coherente con los objetivos regionales y estatales de reducción de GEI. Esto es especialmente importante cuando los objetivos locales son más ambiciosos que los estatales.

Más allá del IRP, existen procedimientos de agencias estatales adicionales que podrían beneficiarse de los aportes de los actores locales (por ejemplo, el procedimiento de adecuación de recursos de la CPUC, el proceso de planificación de transmisión de CAISO y el procedimiento de requisitos de capacidad local de CAISO). En el procedimiento de adecuación de recursos, el personal de la CPUC realiza algunos análisis sobre la confiabilidad de la red eléctrica. En el proceso de planificación de la transmisión, CAISO evalúa la confiabilidad, el cumplimiento de las políticas y la rentabilidad de las actualizaciones planificadas del sistema de transmisión. En el procedimiento de requisitos de capacidad local, CAISO lleva a cabo un análisis de confiabilidad más local que otros procedimientos. Por ejemplo, la sección 3.3.10 del Estudio técnico de capacidad local CAISO 2022 está dedicada a la región de San Diego-Imperial Valley. Las LSE, como SDG&E, San Diego Community Power y Clean Energy Alliance deben coordinar las adquisiciones, la adecuación de los recursos y otros temas abordados en estos procedimientos.

Numerosos objetivos estatales afectan la descarbonización de la electricidad, incluidos los requisitos para la energía solar en los tejados de ciertos edificios nuevos, los requisitos para un sistema eléctrico completamente descarbonizado para 2045 y otras asignaciones para iniciativas de descarbonización que exceden los objetivos estatales. La descarbonización de la electricidad es la medida más frecuente y más analizada del PAC y, en promedio, contribuye a más reducciones de GEI que cualquier otra medida. La mayoría de los PAC incluyen una medida para formar o unirse a un programa de CCA, y las jurisdicciones adicionales pueden aumentar la participación de CCA

o comprometerse con energía 100 % libre de carbono antes de la fecha límite estatal de 2045. Además, las iniciativas locales pueden mejorar o complementar los requisitos estatales de energía solar en tejados mediante la adopción de códigos de alcance (reglamentaciones que exceden de los requisitos estatales) y la evaluación de mandatos o incentivos para sistemas de almacenamiento de energía combinados con energía solar en tejados a fin de reducir las emisiones marginales durante el pico de emisiones de GEI del sistema eléctrico y mejorar la confiabilidad.

Se necesitaría trabajo adicional para hacer que el suministro de electricidad libre de carbono sea más accesible. Históricamente, la energía solar en tejados se instaló en vecindarios de mayores ingresos o en áreas con mayores niveles de propiedad de hogares. Numerosas opciones podrían abordar la distribución desigual de las instalaciones solares, incluidos los incentivos y la financiación específicos. Además, los programas de CCA pueden maximizar la participación en el programa de tarifas ecológicas para comunidades vulnerables, subsidiar a los clientes en programas de descuento calificados por ingresos para optar por opciones de servicio de electricidad 100 % libre de carbono y apoyar el financiamiento inclusivo para actualizaciones de energía.

Autoridad legal para regular la producción de energía:^{viii} Las jurisdicciones en la región de San Diego tienen la autoridad para exigir niveles de suministro de electricidad libre de carbono mediante un PAC y adquirir suministros de electricidad libre de carbono a través de las CCA y, por lo tanto, pueden suministrar más energía libre de carbono que la requerida por las agencias estatales. Sin embargo, las agencias o entidades estatales o federales todavía regulan los suministros de energía locales para garantizar su confiabilidad, lo que complica la descarbonización total del suministro eléctrico con energía renovable. Además, las jurisdicciones locales también están autorizadas para respaldar plantas de energía térmica de combustible alternativo e infraestructura relacionada que puedan proporcionar electricidad de baja o cero emisiones para cumplir con los requisitos de confiabilidad y calidad del aire (por ejemplo, producción de hidrógeno verde o plantas de energía). Las jurisdicciones locales también están autorizadas para aumentar la generación distribuida a través de las CCA y códigos de alcance, y para simplificar los permisos. La mayor regulación de la mayoría de las emisiones de las centrales térmicas de combustibles fósiles es limitada dada la reglamentación estatal actual y la incertidumbre sobre la prioridad federal.

^{viii} Consulte el capítulo 8, sección 8.7 “Descarbonización del suministro eléctrico” y el anexo B para obtener más información sobre la autoridad legal.

Descarbonización del transporte

El sector del transporte es el mayor contribuyente a las emisiones regionales de GEI. En 2016, el transporte terrestre provocó casi la mitad de las emisiones regionales. En 2035, se prevé que las emisiones del transporte terrestre representen alrededor del 41 % del total de emisiones proyectadas (figura 3).^{ix} Mediante la legislación estatal, los decretos ejecutivos y los objetivos de las agencias estatales se han establecido objetivos de reducción de los GEI para abordar estas emisiones. Además, la región de San Diego ha implementado medidas para reducir las emisiones de GEI del transporte regional, que incluyen una variedad de estrategias de reducción de millas recorridas por vehículos (vehicle miles traveled, VMT) y electrificación de vehículos.

La región tiene una sólida base política para reducir las emisiones relacionadas con el transporte. Sin embargo, los compromisos actuales a través de los PAC y otras políticas no son coherentes con los niveles de reducción requeridos por los decretos ejecutivos estatales para la neutralidad de carbono. Incluso los mejores compromisos del PAC para reducir las emisiones del transporte terrestre a través de la reducción de VMT, la adopción de VE y las estrategias de eficiencia de combustible, si se aplican a toda la región, no podrían alcanzar las metas de cero emisiones del estado.

Existen oportunidades para acelerar la adopción de VE y la reducción de las VMT en función de las políticas regionales actuales y los patrones de propiedad de vehículos, comportamiento de viaje y desarrollo del uso de terrenos. Las políticas actuales y los comportamientos de los consumidores, conductores y desarrolladores ya están aumentando la adopción de VE y reduciendo las VMT. Sin embargo, existen oportunidades adicionales para acelerar la descarbonización del transporte regional. Para **reducir las VMT**, las jurisdicciones pueden centrarse en el desarrollo de alta densidad alrededor de los corredores de transporte público y las estaciones de trenes y tranvías, y mejorar el tránsito y el transporte activo (por ejemplo, ir en bicicleta y caminar). La adopción de políticas de “desarrollo inteligente” mejora la conectividad urbana y suburbana, fomenta los desarrollos de uso mixto, acorta la duración de los viajes cambiando la zonificación y desincentiva el estacionamiento gratuito.^x Para **reducir aún más las emisiones**, las jurisdicciones pueden establecer y hacer cumplir los requisitos existentes sobre dejar en marcha el motor con el vehículo detenido (especialmente alrededor de escuelas), identificar áreas para medidas de reducción del tránsito y proporcionar incentivos para el comportamiento de los conductores.

^{ix} Consulte el capítulo 8, sección 8.5 para ver un análisis detallado de los compromisos del PAC en relación con el transporte. Tenga en cuenta que este valor incluye los cambios en las ventas de VE proyectados, pero no incluye las medidas del PAC.

^x Las oportunidades para aumentar la densidad en las áreas de relleno se identificaron en el capítulo 3. Hay más información sobre cómo reducir las VMT en el capítulo 8.

Además, las jurisdicciones locales pueden modificar el retiro de vehículos, que se puede priorizar en las comunidades de interés a fin de reducir rápidamente la carga de contaminación del aire local. Finalmente, los gobiernos locales pueden **aumentar la adopción de vehículos de cero emisiones (zero-emission vehicles, ZEV) mediante la provisión de estaciones públicas de carga de vehículos eléctricos** y el uso de combustibles y vehículos eléctricos alternativos bajos en carbono, en particular en el caso de vehículos medianos y pesados, en flotas existentes y futuras. En la figura 9 se muestra un menú de oportunidades de políticas para aumentar la adopción de ZEV, que ilustra opciones de políticas que varían tanto en eficacia (es decir, cuán eficiente es la política para aumentar la adopción de ZEV) como en amplitud (es decir, a cuántas personas llega).

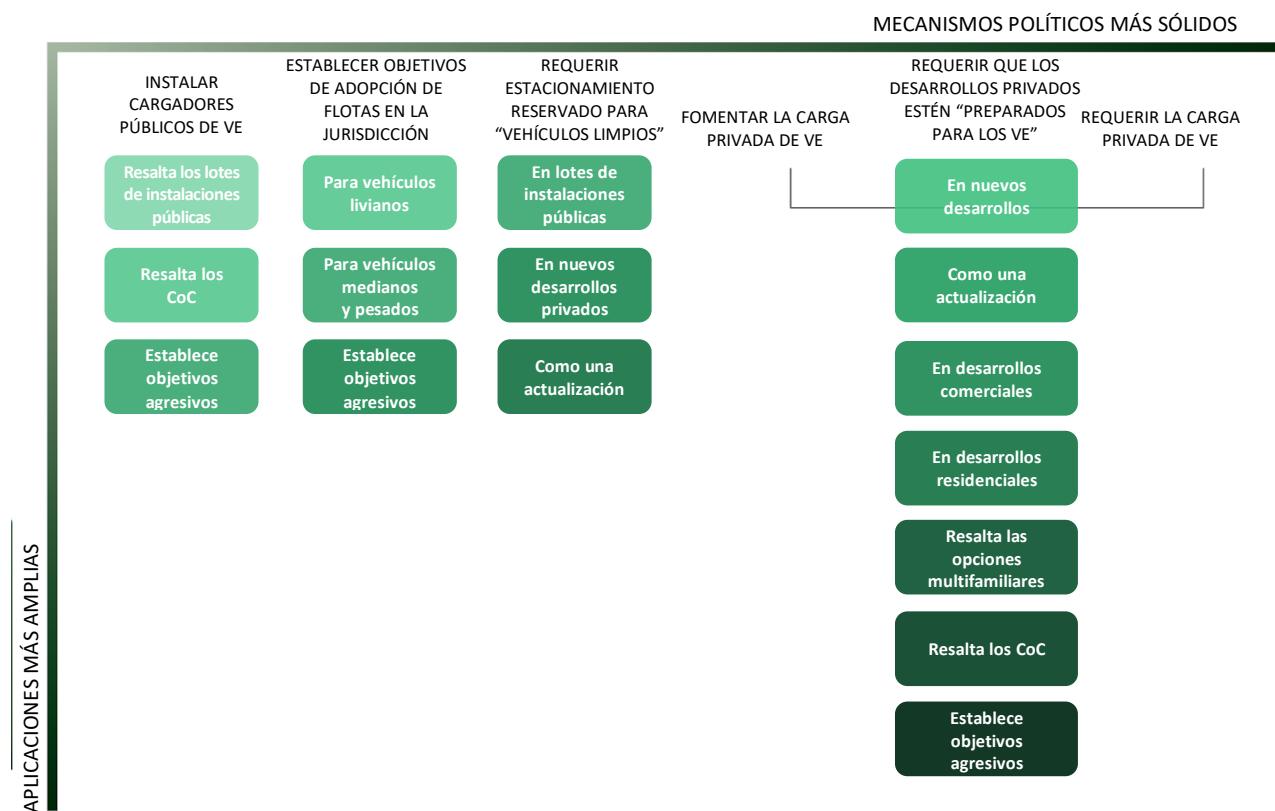


Figura 9. Un espectro de opciones de políticas para acelerar la adopción de ZEV. Es probable que las políticas sean más efectivas hacia la derecha y que tengan una aplicación más amplia hacia abajo. Por lo tanto, se predice que la parte inferior derecha será la más efectiva y tendrá la aplicación más amplia de la medida que se muestra, mientras que la parte superior izquierda será la menos efectiva y tendrá la aplicación más limitada de las medidas que se muestran.

Existen muchas oportunidades de colaboración y coordinación regional. La naturaleza del transporte terrestre y de las instituciones existentes que coordinan las decisiones de transporte sugiere que la colaboración regional en la descarbonización del transporte será más eficaz que las medidas del PAC individuales. Las CCA son un ejemplo de un mecanismo local, generalmente a través de JPA, que pueden respaldar la electrificación del transporte mediante el desarrollo de programas para incentivar localmente la adopción de VE más allá de los

programas estatales y federales. De igual manera, se pueden identificar otras iniciativas de descarbonización regional que pueden promover fondos locales para la descarbonización del transporte. Las jurisdicciones locales pueden colaborar aún más para evaluar la equidad y la eficacia de invertir en el despliegue de VE frente al aumento del transporte público en varias comunidades, y para alinear los análisis de equidad de transporte regional (por ejemplo, los análisis de equidad de SANDAG) con los análisis de equidad del PAC (por ejemplo, los análisis de equidad de la ciudad de San Diego).

Autoridad legal para regular la descarbonización del transporte.^{xi} Las jurisdicciones y agencias locales en la región de San Diego tienen una amplia autoridad sobre el transporte, con base tanto en la autoridad local sobre el uso de tierras en cuanto a la planificación y el desarrollo como en la delegación de la autoridad estatal y federal. Sin embargo, dicha delegación de autoridades puede ser limitada o puede anularse mediante las leyes estatales o federales, como ocurre con las normas sobre emisiones de combustible y caños de escape. Mediante sus autoridades, las jurisdicciones locales pueden establecer políticas y reglamentaciones sobre el cambio climático para reducir los GEI del transporte en planes generales (PG), PAC, zonificación o reglamentaciones de desarrollo orientadas al tránsito. Además, pueden requerir infraestructura para el cambio de combustible en edificios (por ejemplo, equipos de carga de VE), construir infraestructura de apoyo en derechos de paso públicos o en terrenos públicos, y apoyar la producción e infraestructura de combustibles alternativos como el hidrógeno. Las jurisdicciones locales pueden regular sus propias flotas mediante la compra, el mantenimiento o el cambio de sus flotas. También tienen la autoridad de regular las emisiones indirectas del transporte para mantener las emisiones locales en línea con los estándares de calidad del aire federales y estatales. Los estatutos y reglamentos estatales crean una oportunidad para alinear la acción local que reduce los costos de implementación, trayendo proyectos financiados por el estado a la región, particularmente en las comunidades de interés, e implementando tecnología desarrollada por fondos estatales o federales. Por último, las jurisdicciones parecen tener más autoridad legal a través del uso de tierras, el establecimiento de infraestructura de transporte, la delegación de autoridad y los poderes fiscales para reducir los GEI del transporte que la que representan los compromisos en los PAC. Evaluar los límites de la autoridad local para aumentar las reducciones de GEI del transporte terrestre requiere trabajo adicional.

^{xi} Consulte el capítulo 8, sección 8.5 “Descarbonización del transporte” y el anexo B para obtener más información sobre la autoridad legal.

Descarbonización de edificios

En el informe técnico del RDF se estudia el conjunto de edificios y de emisiones asociadas a ellos del sector de la infraestructura y la construcción de la región. Las emisiones directas de los edificios provienen de la combustión de combustibles fósiles en el lugar y contribuyen a las emisiones regionales de GEI (figura 3). El análisis se centra en la electrificación de los sistemas que provocan las emisiones para uso final, como el calentamiento de espacios y agua, y el uso de combustibles bajos en carbono, como el biometano y el hidrógeno, en los que la electrificación aún no es factible. En el capítulo se consideran tres modelos para lograr un sector de la construcción libre de carbono para 2050: uno que enfatiza la alta electrificación de los sistemas de combustibles fósiles, otro con bombas de calor eléctricas de alta eficiencia y otro donde se usan combustibles bajos en carbono para reducir las emisiones mientras la electrificación se va realizando más lentamente.^{xii}

Existen varias medidas a corto plazo que son de bajo riesgo para la descarbonización de edificios. En primer lugar, reemplazar los sistemas de calefacción de combustibles fósiles al final de su vida útil con versiones eléctricas es una prioridad a corto plazo, ya que algunos sistemas de este tipo existentes solo funcionarán una vez para 2050. En segundo lugar, establecer estándares “listos para la electrificación” o “totalmente eléctricos” para construcciones nuevas y renovaciones importantes a través de códigos de energía para edificios reducirá los costos asociados a la transición de los combustibles fósiles. En tercer lugar, una mejor recopilación de datos representa una medida fundamental de bajo costo para el desarrollo de políticas futuras. Más datos sobre las emisiones de edificios y la descarbonización informarán mejor a los encargados de tomar las decisiones a medida que elaboran políticas para abordar los aportes del sector de la construcción a una región con cero emisiones netas.

Reemplazar los sistemas de calefacción de espacios y agua basados en combustibles fósiles con sistemas eléctricos debe ser un enfoque principal de la política para la reducción de emisiones en los edificios. La calefacción de espacios y el calentamiento de agua juntos consumen la gran mayoría del gas natural que se suministra a los edificios residenciales en el área de servicios de SDG&E (figura 10). Los edificios comerciales varían más en su consumo de energía (figura 11), pero el calentamiento de espacios y agua sigue consumiendo una gran parte de la energía total, y alrededor de dos tercios de los calentadores de espacios de los edificios comerciales usan gas natural. Reemplazar los sistemas de calefacción de espacios y agua y otros sistemas basados en combustibles fósiles, como hornos y secadoras, por versiones eléctricas permitirá una descarbonización importante de los edificios. Las tecnologías actuales de bombas de calor para calentar espacios y agua

^{xii} En el capítulo 4, sección 4.4 y en otras partes del capítulo, verá más detalles sobre los modelos.

están fácilmente disponibles y superan a los sistemas de gas natural al proporcionar más calefacción por unidad de energía utilizada, lo que hace que estos sistemas sean especialmente propicios para la electrificación. Para la regulación de la temperatura de edificios, las bombas de calor eléctricas ofrecen calefacción y refrigeración desde la misma unidad, lo que las hace ideales para hogares que aún no tienen aire acondicionado. Por lo tanto, las políticas regionales deben apoyar la creciente adopción de sistemas eficientes de calentamiento de agua y espacios con bombas de calor para reemplazar los sistemas basados en combustibles fósiles, tanto en edificios nuevos como existentes.

Además, las políticas destinadas a reemplazar los sistemas de calentamiento de agua y espacios con combustibles fósiles deben centrarse en iniciativas de asistencia para aumentar la aceptación entre los residentes de bajos ingresos y los propietarios de edificios de alquiler. Tales políticas abordarían desigualdades históricas en la calidad de la vivienda, la injusticia ambiental, las disparidades de salud debido a la contaminación del aire interior o los costos de los servicios públicos. Además, garantizarían que la descarbonización de los edificios incluya a los residentes e inquilinos de bajos ingresos, en lugar de que tengan que pagar tarifas de gas cada vez más altas.

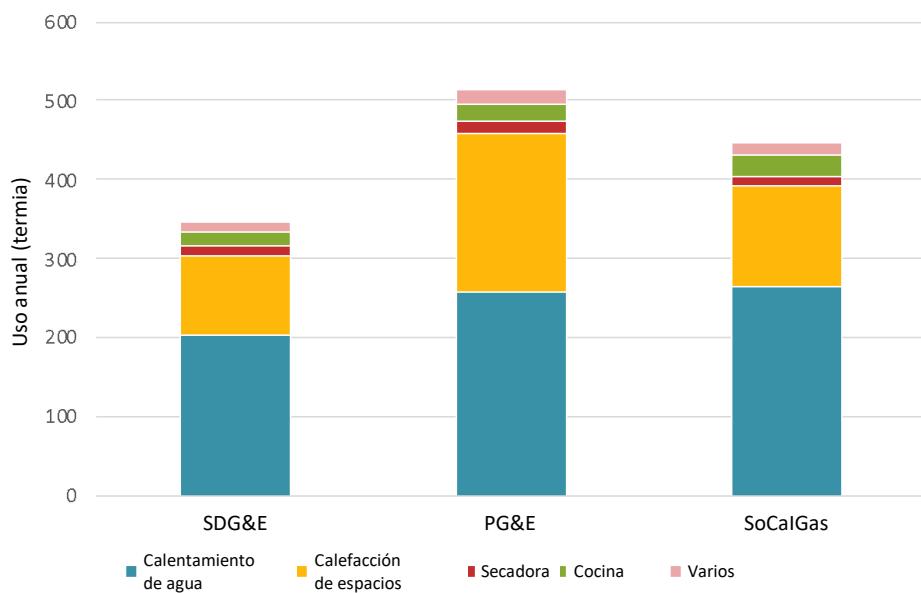


Figura 10. Uso promedio anual de gas natural (medido en termias) por uso final y por servicio público para los hogares en los que se utiliza el gas como combustible principal para los principales usos finales. Fuente: DNV GL Energy Insights (2021). Estudio de saturación de electrodomésticos residenciales de California de 2019 (California Residential Appliance Saturation Study, RASS).

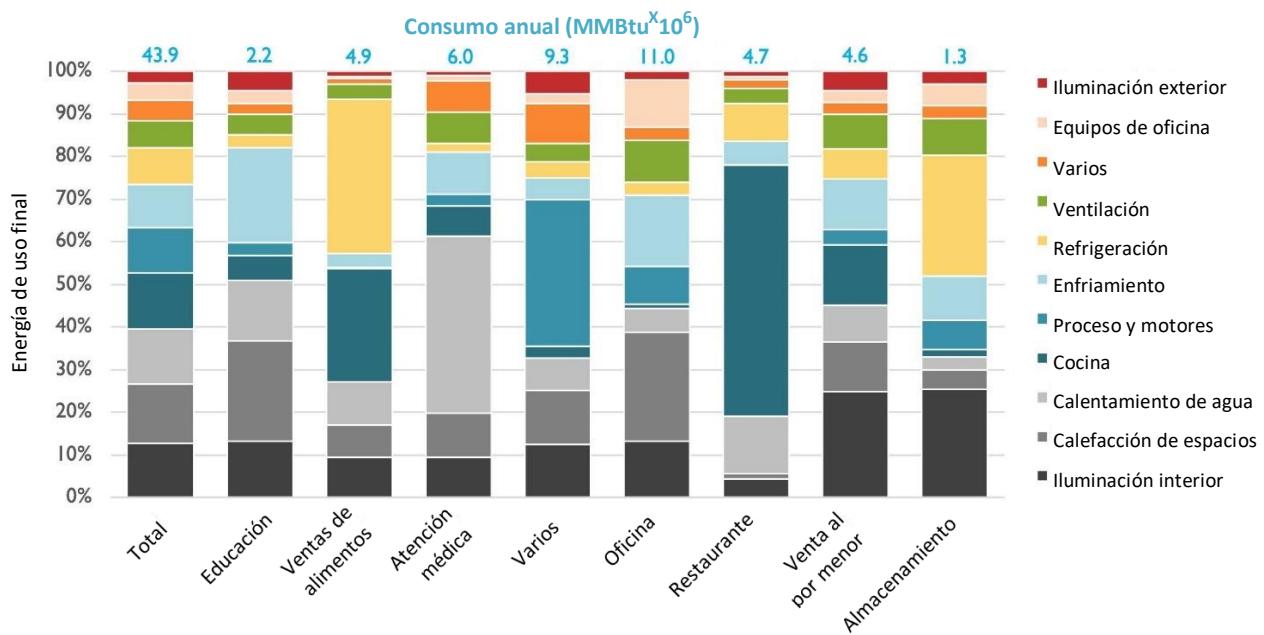


Figura 11. Perfiles regionales de uso final de energía de San Diego por tipo de edificio comercial. Los porcentajes son relativos a la energía de uso final total dentro de cada sector de la construcción. El consumo anual de energía, medido en millones de unidades térmicas británicas (MMBTU), para cada tipo de edificio se muestra en azul en la parte superior de la figura. El calentamiento de agua se muestra en gris claro (el tercero desde abajo en cada barra) y la calefacción de espacios, en gris más oscuro (el segundo desde abajo en cada barra). El consumo de gas natural por sistema varía según el tipo de edificio comercial, pero el calentamiento de agua y la calefacción de espacios siguen siendo importantes medios consumidores de gas natural, como se puede ver en la columna de la izquierda (“Total”). Fuente: Modelo de Synapse.

Las políticas sobre la descarbonización de los edificios nuevos y existentes son fundamentales. El 80 % de los edificios que habrá para 2050 ya se construyeron, por lo que descarbonizar el sector de la construcción requiere descarbonizar el sector de la construcción actual. Si bien los códigos de construcción estatales, como el Título 24, regulan las modificaciones de edificios y las adiciones a ciertas estructuras existentes, las políticas locales podrían alentar o exigir aún más la eficiencia energética y la electrificación en muchos otros lugares.^{xiii} Por ejemplo, la descarbonización de los edificios municipales a través de una electrificación rentable debería reducir los costos de operación y puede alentar a los propietarios a hacer lo mismo, lo que la convierte en una política de bajo riesgo.

Para descarbonizar los edificios nuevos, las jurisdicciones pueden establecer estándares locales sobre construcciones nuevas “listas para la electrificación” o “totalmente eléctricas”. Los legisladores pueden beneficiarse de las lecciones aprendidas en la adopción de códigos u ordenanzas de alcance totalmente eléctrico, que son códigos u ordenanzas locales que van más allá de los de requisitos estatales o federales, en las ciudades de Carlsbad, Encinitas y Solana Beach.

^{xiii} Consulte el capítulo 8, sección 8.6 para obtener más detalles sobre ejemplos de autoridades locales que pusieron en marcha la descarbonización en edificios existentes. Además en el capítulo 7, sección 7.3.1 puede leer sobre un ejemplo local.

Los combustibles gaseosos bajos en carbono se pueden utilizar para usos finales difíciles de electrificar, aunque se requiere investigación y pruebas piloto. Algunos sistemas de construcción son difíciles de electrificar por completo, por lo que una forma de reducir las emisiones de GEI de esos sistemas es usar combustibles que no emitan GEI netos a la atmósfera.^{xiv} De igual manera, dichos combustibles pueden utilizarse para estos u otros sistemas antes de electrificarlos. Los combustibles gaseosos bajos en carbono podrían incluir biometano o hidrógeno. Sin embargo, cada uno de estos combustibles alternativos tiene compensaciones de costo y eficiencia, pero también presentan incertidumbres, por lo que se necesitarán más investigaciones y pruebas piloto antes de la implementación.

Minimizar las extensiones o los reemplazos innecesarios del sistema de gasoductos y acelerar la depreciación de los activos de los servicios públicos existentes mitiga el riesgo de que los servicios públicos de gas no recuperen su inversión en activos (es decir, su riesgo de los costos por el desuso). La eliminación gradual del consumo de gas natural de uso final en los edificios puede dar lugar a activos en desuso, que se definen como infraestructura que se cierra antes del final de su vida útil. Para empresas como SDG&E, los activos en desuso representan posibles pérdidas financieras debido a los altos costos de capital para construir o reemplazar la infraestructura de gas. Mitigar estos activos en desuso será una importante consideración para las políticas.^{xv} Un paso es minimizar las extensiones o los reemplazos innecesarios de tuberías. Las políticas que requieren la electrificación total en las nuevas construcciones mitigarían las pérdidas de activos en desuso por inversiones en tuberías que van a nuevos clientes, pero no por reemplazar la infraestructura obsoleta. La exploración y la puesta a prueba de alternativas distintas de los oleoductos a la infraestructura nueva y de reemplazo, incluida la electrificación de los usos finales en lugar de reemplazar la infraestructura, podrían identificar oportunidades para mitigar el riesgo.

Los PAC tienen relativamente pocas medidas para electrificar edificios y el impacto de los GEI de esas medidas de bajo riesgo, a pesar de su importancia para la descarbonización regional. Solo siete PAC en la región de San Diego incluyen medidas relacionadas con la electrificación de edificios, y las reducciones de GEI en los PAC asociados con la eficiencia y la electrificación son relativamente bajas.^{xvi} En comparación con el nivel de electrificación necesario tanto en los edificios nuevos como en los existentes, como se describe en el capítulo 4, las medidas del PAC no alcanzan a los hallazgos de la alternativa de descarbonización de edificios en el informe técnico del RDF.

^{xiv} Un ejemplo de ello son las plantas de energía del distrito que proporcionan vapor a alta temperatura o agua caliente a grupos geográficos de edificios. Existen varios sistemas de este tipo en la región de San Diego que dan servicios a bases militares, hospitales o universidades. Los operadores del sistema deben evaluar los costos y beneficios relativos de los combustibles bajos en carbono y las tecnologías de calefacción eléctrica (como bombas de calor de alta capacidad, enfriadores de recuperación de calor y calderas eléctricas).

^{xv} Al momento de la redacción de este artículo, la Comisión de Servicios Públicos estaba evaluando aspectos clave de la planificación de gas natural a largo plazo en California conforme al procedimiento R2001007.

^{xvi} Consulte el capítulo 8, figura 8.33 para obtener información sobre los compromisos del PAC relacionados con la electrificación de edificios.

Existe una oportunidad y la necesidad de evaluar las consideraciones de equidad social de las políticas de descarbonización de los edificios. Reemplazar los electrodomésticos es costoso, por lo que en las políticas de descarbonización de edificios se debe tener en cuenta el incentivo de la electrificación de manera equitativa, especialmente en comunidades de interés, comunidades de bajos ingresos, áreas rurales y para inquilinos. Se necesitará trabajo adicional para desarrollar la capacidad y las herramientas para comprender y abordar las implicaciones de equidad de las políticas de descarbonización de edificios en la región de San Diego.

Autoridad legal para regular la descarbonización de los edificios:^{xvii} Las jurisdicciones locales tienen la autoridad para regular las emisiones de GEI del uso final de combustibles fósiles y otras fuentes de energía en edificios, que es el medio principal para descarbonizarlos. Las jurisdicciones locales también actúan con autoridad delegada sobre el entorno construido para exigir códigos de energía más estrictos, regular directamente las emisiones contaminantes del aire de los edificios y procurar suministros de energía alternativos en los edificios públicos. La autoridad adicional puede provenir de la Ley de Calidad Ambiental de California (California Environmental Quality Act, CEQA) mediante el establecimiento de límites más estrictos para determinar el impacto ambiental. Se evita que los gobiernos locales establezcan estándares de electrodomésticos de eficiencia energética y regulen el suministro, la transmisión y el almacenamiento de gas natural y los refrigerantes con alto potencial de calentamiento global (por ejemplo, los HFC).

^{xvii} Consulte el capítulo 8, sección 8.6 “Descarbonización de edificios” y el anexo B para obtener más información sobre la autoridad legal.

Soluciones climáticas naturales

El informe técnico del RDF investiga las soluciones climáticas naturales (natural climate solution, NCS) disponibles en la región de San Diego y su potencial para capturar y almacenar de forma natural CO₂ y otros GEI. Las NCS son procesos que protegen o mejoran la capacidad de las tierras naturales y de trabajo (natural and working land, NWL) para capturar y almacenar GEI de la atmósfera a través de plantas y suelos o reducir las emisiones de las NWL. Entre las “tierras de trabajo” se incluyen las tierras agrícolas como los huertos, los viñedos, las pasturas, los viveros, los pastizales, las tierras de cultivo, etc. La “captura” hace referencia a la medida anual de cómo se eliminan muchos GEI de la atmósfera, y “almacenamiento” hace referencia a la cantidad total de GEI que se capturó en plantas y suelos. Las reservas de carbono existentes (figura 11), por lo general, son estables y pueden almacenar carbono durante décadas si no se modifican, por lo que una planificación regional cuidadosa puede minimizar el cambio del uso de tierras que emitiría este carbono almacenado. Mediante la comprensión del potencial de almacenamiento y captura de carbono de un paisaje, las áreas con altos niveles de carbono almacenado pueden conservarse como tales y las áreas con alto potencial de captura pueden protegerse.

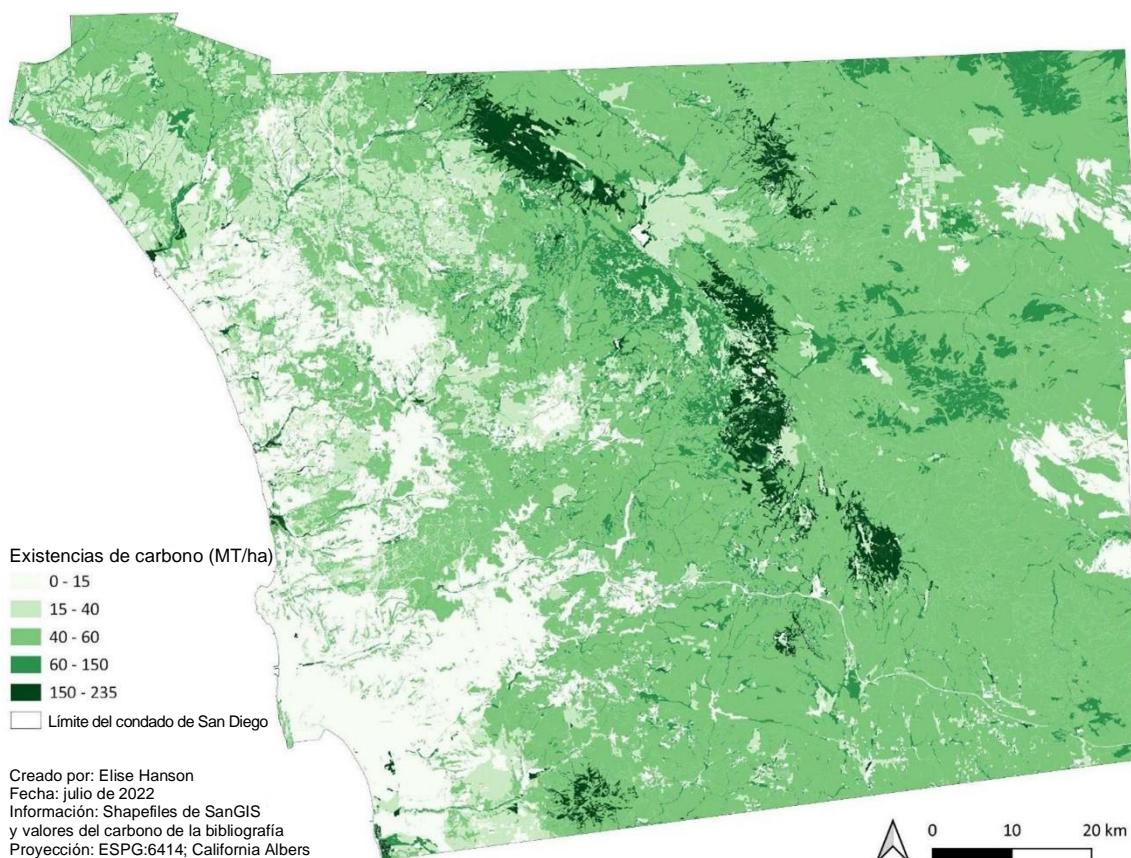


Figura 11. Cálculos de carbono almacenado total (toneladas métricas [TM] de CO₂ equivalentes por hectárea [ha]) para la región de San Diego. Los colores más oscuros representan los cálculos de existencias de carbono más grandes, los colores más claros, los cálculos de las más bajas. Los totales de almacenamiento de toda la región por categoría de vegetación se calcularon a partir de estos valores y se encuentran en la tabla 5.2. Tenga en cuenta que los lechos de zosterá marina no se incluyeron porque no estaban incluidos en los shapefiles de SanGIS. Sin embargo, estos prevalecen en las bahías de Mission y San Diego y son importantes hábitats de carbono azul.

Las NWL regionales capturan y almacenan grandes cantidades de dióxido de carbono, pero no lo suficiente como para dar cuenta de las emisiones causadas por el hombre. Las NWL pueden actuar como sumideros *netos* más fuertes de lo que lo hacen actualmente, aunque esto requerirá inversiones para reforzar las NCS y minimizar las emisiones de carbono del suelo y las actividades de uso del suelo. Para contabilizar con precisión las emisiones netas de carbono del uso de la tierra, se deben recopilar datos locales e integrarlos en los cálculos regionales de carbono. La región puede ampliar la captura de carbono anual y el almacenamiento de carbono a largo plazo mediante la inversión en NCS que aumentan la captura natural y reducen las emisiones de la tierra, como la protección de las NWL; la inversión en el “cultivo de carbono”; la restauración y ampliación de los hábitats del “carbono azul”; la plantación de árboles y otras plantas en áreas urbanas; la prevención de incendios forestales destructivos a gran escala y la plantación o restauración de árboles en las NWL. La recopilación e integración de datos locales en las políticas, los incentivos y las técnicas de gestión de NCS puede aumentar la captura regional.

Evitar los cambios en el uso del suelo mediante la protección de las tierras naturales y de trabajo representa la política de las NCS más eficaz y económica en la región de San Diego, excepto donde otras medidas de descarbonización requieran un cambio en el uso de la tierra (como el establecimiento de infraestructura de energía renovable). Las tierras naturales y de trabajo existentes son sumideros naturales de carbono, por lo que la prevención de la urbanización de estas tierras permite la captura anual continua y evita las emisiones únicas de la eliminación de la vegetación, la modificación del suelo, etc. Este informe estima que la captura anual natural en las NWL puede ser de hasta 2 millones de toneladas métricas de CO₂ en circunstancias ideales y que puede haber 58 millones de toneladas métricas de CO₂ almacenadas en la vegetación, los restos leñosos, la hojarasca y los suelos, algunas de las cuales se liberarían con el cambio de uso del suelo.

El desarrollo de viviendas y la ubicación de la infraestructura de energía renovable son actividades importantes y requerirán algún cambio en el uso de la tierra. Implementar estos cambios será fundamental para minimizar los impactos en las NWL con grandes reservas naturales de carbono, alto potencial de captura y grandes beneficios secundarios (como hábitats que mejoren la calidad del aire y el agua, proteger la biodiversidad y apoyar la salud pública).

Otras NCS regionales importantes consideradas por el informe técnico del RDF serían menos eficaces o más costosas para la captura de carbono, aunque producen importantes beneficios secundarios. Entre ellos se incluyen el cultivo del carbono (prácticas agrícolas que aumentan la captura y el almacenamiento de carbono y minimizan las emisiones de GEI en tierras agrícolas), el aumento de la extensión y calidad de los humedales (a través de la protección, restauración y expansión), y la silvicultura urbana y la ecologización. La prevención de incendios forestales también será importante por las emisiones y por muchas otras razones económicas,

ecológicas y sociales. La restauración de hábitats a gran escala y la reforestación, que no se consideraron en este informe, son costosas y pueden no ser eficaces. Otras opciones de NCS requieren importantes inversiones de capital y, en general, tienen un rendimiento de captura a corto plazo menor que la preservación.

Las NCS ofrecen beneficios secundarios cuantificables más allá de la descarbonización.

Cada una de las NCS en estudio ofrece numerosos beneficios colaterales cuantificables. Estos beneficios colaterales incluyen, entre otros, mejora de la calidad del aire y del agua, mejora en los resultados de salud pública, protección de la biodiversidad, protección del funcionamiento del ecosistema, reducción de los efectos de islas de calor a través de la sombra, mejora de la estética en áreas urbanas, disminución de los requisitos de agua y fertilizantes en granjas y pastizales, y el potencial de mejorar la justicia ambiental. Estos beneficios secundarios deben contemplarse a la hora de elaborar y aplicar las políticas con el fin de aumentar la resiliencia ecológica, económica y social.

Todas las decisiones de las NCS deben centrarse en consideraciones de equidad. Las NCS deben contemplarse desde el punto de vista de la descarbonización y la equidad. Siempre que sea posible, se debe dar prioridad a los proyectos de reverdecimiento urbano, la plantación de árboles, la agricultura climática y la restauración de hábitats, ya que estas NCS tienen beneficios colaterales extraordinarios en cuanto a mejorar la calidad del aire y del agua, así como la salud humana. Las NCS pueden ayudar a abordar las desigualdades históricas y la injusticia ambiental.

La única medida cuantificada del PAC relevante para esta alternativa es la plantación de árboles urbanos, pero existen oportunidades para aplicar otras NCS de forma colaborativa.

Es posible aplicar otras medidas en el marco de la autoridad local de uso del suelo.

Las medidas de plantación de árboles contribuyen en promedio a algo más del 1 % de las reducciones locales de GEI en los PAC. La colaboración jurisdiccional puede mejorar esto.

Las medidas adicionales de los PAC de las NCS son posibles bajo la autoridad existente y podrían contribuir a la conservación, preservación y restauración del suelo en tierras naturales y de trabajo.

Los propietarios privados y los gobiernos tribales también pueden preservar la tierra, evaluar y financiar proyectos piloto de eliminación y almacenamiento de carbono y colaborar con las agencias públicas.

En forma conjunta, existe la oportunidad de ampliar las protecciones para las tierras naturales y de trabajo a fin de cumplir con el nuevo mandato del Proyecto de Ley 27 (2021) del Senado de California que exige establecer proyectos de almacenamiento y eliminación de carbono de NWL.

También se pueden incluir datos locales en la gestión y planificación de las tierras, así como en los PAC. Por ejemplo, en los PAC se pueden utilizar datos disponibles para el público de agencias y universidades y metodologías de contabilidad de carbono disponibles para el público de agencias como la Junta de Recursos del Aire de California (California Air Resource Board, CARB) para crear metas y medidas más robustas. Además, la región puede implementar una

contabilidad regular del carbono y realizar un seguimiento de las reservas de carbono en las NWL a lo largo del tiempo para comprender las tendencias de emisión, conservación y almacenamiento con las decisiones sobre el uso de la tierra.

Autoridad legal para regular las emisiones negativas de las NCS y el uso de tierras:^{xviii} Sigue sin estar claro si las jurisdicciones locales tienen la autoridad para decidir sobre el uso de la tierra, la zonificación, la preservación de la tierra y las servidumbres agrícolas, además de las actividades en las tierras naturales y de trabajo privadas más allá de la designación del uso de la tierra que afectaría a las emisiones o a la captura de GEI. La jurisdicción del uso de la tierra de la región es aún más complicada porque está compuesta por tierras federales, estatales, tribales y privadas, tierras sumergidas y aguas. Varios estatutos y agencias regulan los distintos tipos de tierra, pero ninguno se centra en las emisiones o la captura de GEI en relación con el uso de la tierra. Las agencias estatales de regulación y uso del suelo también operan con un gran número de obligaciones legales que se aplican a las tierras pertenecientes a múltiples jurisdicciones y que afectan a las emisiones y a la contabilización de los GEI. Los reglamentos y decretos ejecutivos de California exigen a las agencias estatales de uso del suelo que contabilicen las emisiones de GEI de las tierras naturales y de trabajo. Además, estas agencias estatales están empezando a evaluar y regular la eliminación y el almacenamiento de carbono en estas tierras con objetivos significativos en 2030. Es posible que las jurisdicciones locales trabajen con los propietarios y administradores de tierras para lograr los objetivos estatales, regionales y locales relacionados con las NWL.

Impactos de la descarbonización en el empleo en la región de San Diego

En el informe técnico del RDF se calcula el cambio neto en los puestos de trabajo del sector energético en respuesta al caso central de las alternativas de descarbonización definidas a partir del modelo de EER. Siguiendo el Plan de Acción Climática y Empleos de California para 2030, el análisis se centra en los cambios de empleo de 2021 a 2030 para informar las estrategias de desarrollo del personal. Además, este informe analiza la generación media anual de empleo entre 2020 y 2050, sobre la base del calendario completo del modelo de EER. Para la eliminación progresiva de los combustibles fósiles y el modelado de las pérdidas de empleo asociadas, el análisis se centra en el periodo 2021-2030, en el que el caso central del modelo de EER estima reducciones limitadas de las actividades a base de combustibles fósiles. Esto se debe principalmente a las estimaciones del modelo de consumo constante de gas natural y una disminución del 20 % en el consumo de petróleo para 2030 en relación con los niveles actuales. El informe técnico del RDF se centra en los impactos cuantitativos en el empleo a partir de las iniciativas de descarbonización profunda en los sectores de energía, construcción y transporte e incluye un informe de Inclusive Economics sobre estrategias de desarrollo del personal.^{xix}

^{xviii} Consulte el capítulo 8, sección 8.8 “Soluciones climáticas naturales” y el anexo B para obtener más información sobre la autoridad legal.

^{xix} El informe de Inclusive Economics “Putting San Diego County on the High Road: Climate Workforce

Entre 2021 y 2030, las alternativas de descarbonización del caso central generarían un promedio de casi 27,000 empleos directos, indirectos e inducidos por año en la región de San Diego. Estos nuevos empleos surgirán a partir de los gastos en la demanda (tabla 4) y oferta (tabla 5) de energía, que contribuyen aproximadamente por igual a la creación anual total de empleo.^{xx} Se debe tener en cuenta que las oportunidades laborales importantes en el sector de los combustibles fósiles continúan hasta 2030.

Tabla 4. Promedio de empleos creados en la región de San Diego anualmente a través de los gastos de demanda de energía de 2021 a 2030, por subsectores y tecnología. *Las cifras suponen un crecimiento medio anual de la productividad del 1 %.*

Área de inversión	Promedio de gasto anual	Empleos directos	Empleos indirectos	Empleos directos + Empleos indirectos	Empleos inducidos	Empleos directos + Empleos indirectos + Empleos inducidos
Vehículos	\$7,700 millones	3,427	1,427	4,854	1,508	6,362
HVAC	\$897 millones	1,345	699	2,044	764	2,808
Refrigeración	\$761.9 millones	1,315	491	1,806	711	2,517
Electrodomésticos	\$188.6 millones	143	77	220	78	298
Construcción	\$113.4 millones	263	149	412	146	558
Iluminación	\$106.6 millones	177	95	272	100	372
Fabricación	\$45.7 millones	40	32	72	27	99
Otro comercial y residencial	\$38.9 millones	59	30	89	33	122
Agricultura	\$17.2 millones	144	21	165	45	210
Minería	\$2.4 millones	1	1	2	1	3
TOTAL	\$9,900 millones	6,914	3,022	9,936	3,413	13,349

Fuente: IMPLAN 3.1

Recommendations for 2030 and 2050" está disponible en
https://www.sandiegocounty.gov/content/dam/sdc/lueg/regional-decarb-frameworkfiles/Putting%20San%20Diego%20County%20on%20the%20High%20Road_June%202022.pdf.

^{xx} Para obtener una contabilización más detallada de estos empleos, consulte el capítulo 6, sección 6.3.

Tabla 5. Promedio de empleos creados en la región de San Diego anualmente a través de la inversión en suministro de energía de 2021 a 2030, por subsectores y tecnología. *Las cifras suponen un crecimiento medio anual de la productividad del 1 %.*

Área de inversión	Promedio de gasto anual	Empleos directos	Empleos indirectos	Empleos directos + Empleos indirectos	Empleos inducidos	Empleos directos + Empleos indirectos + Empleos inducidos
Combustibles fósiles	\$4,400 millones	2,538	3,777	6,315	3,805	10,120
Renovables limpias	\$629.5 millones	1,488	601	2,089	848	2,937
Transmisión y almacenamiento	\$45.9 millones	34	17	51	31	82
Tecnologías de suministro adicionales	\$45.1 millones	118	35	153	57	210
Otras inversiones	\$4.5 millones	10	3	13	6	19
TOTAL	\$5,100 millones	4,188	4,433	8,621	4,747	13,368

Fuente: IMPLAN 3.1

Según el informe técnico del RDF se estima que ningún trabajo en las industrias basadas en combustibles fósiles de la región será desplazado antes de 2030, incluso con reducciones en la demanda de combustibles fósiles. La combinación de suministro de energía en el modelo de EER sugiere que habrá cambios mínimos o que no los habrá en el consumo de combustibles fósiles antes de 2030 y, por lo tanto, pocos cambios o ninguno en los trabajos relacionados con los combustibles fósiles de la región antes de ese año.^{xxi}

El condado de San Diego y los gobiernos locales deberían desarrollar un conjunto de políticas viables de transición justa para los trabajadores que experimentarán el desplazamiento de puestos de trabajo entre 2031 y 2050. Después de 2030, el caso central del modelo de EER prevé una fuerte reducción tanto en el sector del petróleo como en el del gas. El modelo predice tasas de reducción del 95 % en el petróleo y del 75 % en el gas para 2050. Los gobiernos regionales deben comenzar a desarrollar ahora políticas para una transición justa para estos trabajadores, de modo que puedan hacer una transición gradual hacia trabajos de calidad equivalente o mejor en la economía de la energía limpia o en otros lugares.

Una transición justa costará mucho menos si se procede de manera constante en lugar de puntualmente. Con una transición constante, la proporción de trabajadores que se jubilarán de forma voluntaria en un año determinado será predecible, lo que evitirá la necesidad de prestar apoyo a una parte mucho mayor de trabajadores en un momento dado.

^{xxi} Los detalles sobre el caso central del modelo de EER que se utilizó aquí están disponibles en el anexo A.

El ritmo de la transición de los empleos en el sector de los combustibles fósiles a los empleos que se basan en las energías renovables repercutirá en la equidad y la justicia de la transición. Los cambios y las reducciones rápidas podrían provocar una pérdida repentina de puestos de trabajo, mientras que los cambios y las reducciones constantes supondrían una pérdida menor de puestos de trabajo, ya que los empleados podrían hacer la transición a nuevos empleos o podrían jubilarse por voluntad propia.

La producción de energía geotérmica de los cinco sitios que se identificaron en el condado de Imperial generaría 1,900 puestos de trabajo por año durante un período de 10 años en el sur de California. En el capítulo 2 se identifican cinco áreas para la producción de energía geotérmica en el condado de Imperial. El análisis de este capítulo concluye que se crearán 1,900 puestos de trabajo al año en la región del sur de California durante un período de 10 años para el desarrollo y la operación de estas cinco plantas de energía geotérmica, y algunas podrían estar en la región de San Diego. Estos son aparte de las estimaciones anuales en el capítulo en cuanto a la creación de 27,000 empleos.

Oportunidad de políticas locales

En el informe técnico del RDF se evalúan los compromisos actuales de reducción de CO₂ en los PAC para determinar si la región necesita más actividades para apuntar a cumplir con los objetivos de descarbonización. Además, identifica oportunidades para que las jurisdicciones locales de la región tomen medidas adicionales que apoyen las alternativas de descarbonización para la producción de energía, el transporte, los edificios y las soluciones climáticas naturales.

Hay varios análisis novedosos en este capítulo. En primer lugar, analiza la autoridad de los gobiernos y agencias locales para influir y regular las emisiones de GEI y resume la autoridad de las agencias federales, estatales y locales clave, y la legislación y reglamentación clave a nivel federal y estatal para aclarar la capacidad de acción de los gobiernos locales a fin de reducir las emisiones de GEI.^{xxii} En segundo lugar, se revisan todos los PAC de la región para determinar con qué frecuencia se incluyó una determinada medida en ellos, los impactos relativos de los GEI de los compromisos del PAC y la integración de las consideraciones de equidad social.^{xxiii} Tercero, mediante un análisis de la situación se estiman las reducciones regionales totales de GEI ocasionadas por todos los compromisos del PAC adoptado y pendientes. Luego se estima el impacto potencial de los GEI de una situación en la que se aplican los mejores compromisos del PAC a todas las jurisdicciones.^{xxiv} En este análisis de situación se toma el compromiso del PAC para una categoría de política de este determinada, por ejemplo, objetivos de plantación de árboles, que producirá las mayores reducciones relativas de GEI y luego se aplica ese compromiso a cada jurisdicción en la región de San Diego, independientemente de los compromisos actuales o planificados en esa categoría. Esto se puede considerar como el límite superior de las reducciones posibles de GEI a partir de los compromisos actuales del PAC. Finalmente, en este capítulo se aplican los resultados de estos enfoques y otros análisis para identificar oportunidades para una mayor acción local y colaboración regional en cada una de las cuatro alternativas de descarbonización.^{xxv}

Las jurisdicciones locales tienen autoridad para influir en las emisiones de GEI y regularlas.

Los gobiernos locales pueden influir en las emisiones de GEI y regularlas mediante la aceleración de los objetivos y las políticas reglamentarias del estado, la adopción de ordenanzas que vayan más allá de la legislación estatal y el uso de una autoridad única para adoptar y aplicar políticas. La autoridad local proviene tanto del poder derivado de la constitución, que otorga una autoridad amplia para promover la salud pública, la seguridad o el bienestar general de la comunidad,

^{xxii} Consulte el anexo B para obtener más detalles.

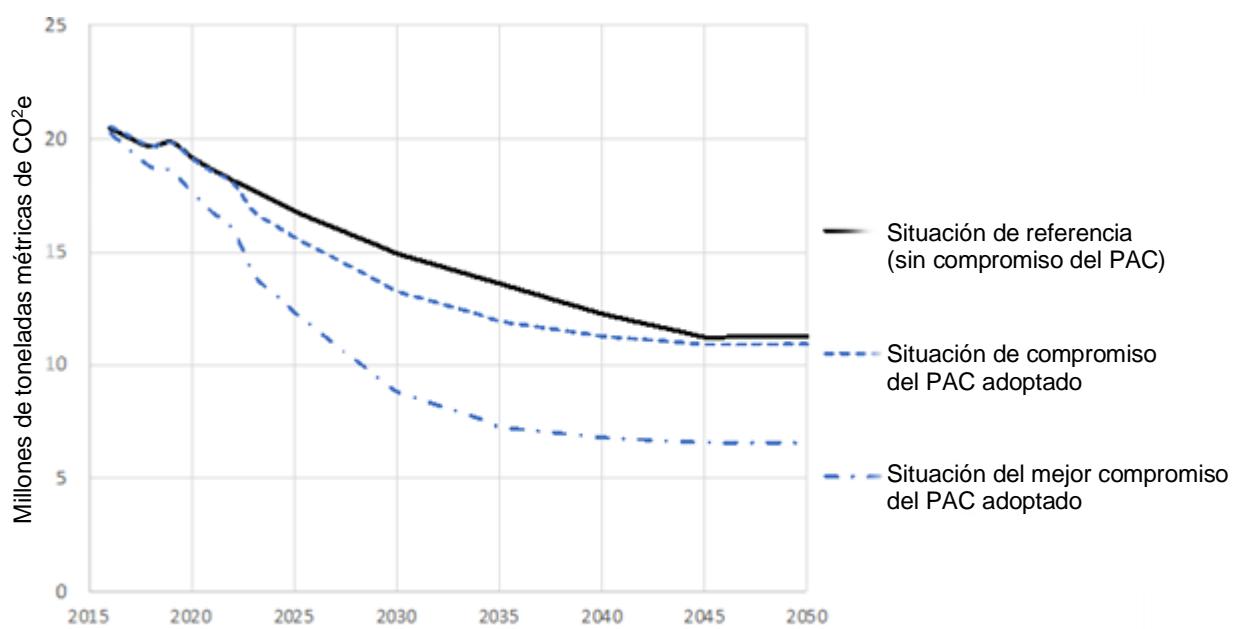
^{xxiii} Consulte el capítulo 8, sección 8.3 para leer sobre la visión general, y las secciones 8.5-8.8 para ver los resultados específicos del sector. También se utilizan para ilustrar el desfase entre los objetivos de descarbonización profunda de los capítulos 2 a 5 y los compromisos regionales de los PAC.

^{xxiv} Consulte la sección 8.4.

^{xxv} Estas oportunidades se incluyeron en cada sección relevante de este resumen ejecutivo, pero se incluyen en la sección específica del sector en el capítulo 8.

como de la autoridad delegada de los estatutos del estado. Se desconoce el alcance total del poder de una jurisdicción local para regular las emisiones de GEI.^{xxvi}

Los compromisos del PAC adoptado son insuficientes para alcanzar los objetivos de descarbonización. Los compromisos de reducción de GEI en los PAC adoptados para el transporte, la electricidad y los edificios contribuyen con una porción relativamente pequeña de las reducciones totales necesarias para alcanzar emisiones netas de GEI cero en 2045 (figura 12, línea de rayas). Incluso si las medidas más agresivas del PAC adoptado se aplicaran a todas las jurisdicciones de la región, seguiría habiendo emisiones considerables, principalmente de los usos finales de edificios con gas natural y el transporte terrestre (figura 12, línea de puntos y rayas). En el capítulo también se analizó la actualización pendiente del PAC de la ciudad de San Diego para 2022, pero aun incluyendo estas medidas, seguiría habiendo emisiones considerables.



En este gráfico no se incluyen todas las actividades emisoras de GEI en la región de San Diego, ni las posibles nuevas medidas locales, estatales y federales que podrían adoptarse en el futuro. Centro de Iniciativas de Políticas Energéticas, 2022

Figura 12. En este gráfico se muestran las emisiones de GEI proyectadas en la región de San Diego a partir de la generación de electricidad, el uso final del gas natural en edificios y el transporte terrestre en cada una de las situaciones analizadas. La situación de referencia (línea recta), en la que no hay compromisos del PAC, solo muestra las reducciones establecidas por las leyes, los reglamentos, las medidas y los objetivos estatales y federales. La situación de los compromisos del PAC adoptado (línea de rayas) muestra las emisiones de GEI restantes de un subconjunto de emisiones totales si todos los PAC actuales se aplicaran en su totalidad tal como están redactados. La situación del mejor compromiso del PAC adoptado (línea de puntos y rayas) muestra las emisiones de GEI restantes si el mejor compromiso del PAC adoptado de cada categoría de la política se aplicara a todas las jurisdicciones de la región, independientemente de los compromisos del PAC adoptado. En este gráfico se observa que ninguna situación analizada permitirá que la región alcance las cero emisiones netas en 2050. Cabe señalar que estos análisis suponen que no hay nuevas leyes, reglamentos, acciones ni objetivos estatales y federales, y que los actuales no cambian en ningún momento de este período. Además, estos análisis no incluyen todas las emisiones de GEI de la región.

^{xxvi} Consulte la sección 8.2 y el anexo B para leer sobre un análisis más detallado de la autoridad.

Las jurisdicciones pueden adoptar más medidas del PAC y reforzar las medidas existentes.

Según la revisión de los PAC, más jurisdicciones pueden adoptar medidas de PAC más estrictas, utilizando como ejemplos las medidas de otras jurisdicciones regionales. Del mismo modo, sobre la base del análisis de la situación de los impactos combinados de GEI de las medidas del PAC, la mayoría de las jurisdicciones pueden reforzar sus medidas del PAC existentes, sobre todo en los sectores de transporte y construcción. Estos sectores producen grandes emisiones de GEI (figura 13, a la derecha), pero en promedio representan reducciones de emisiones sumamente bajas en los PAC en 2035 (figura 13, a la izquierda).

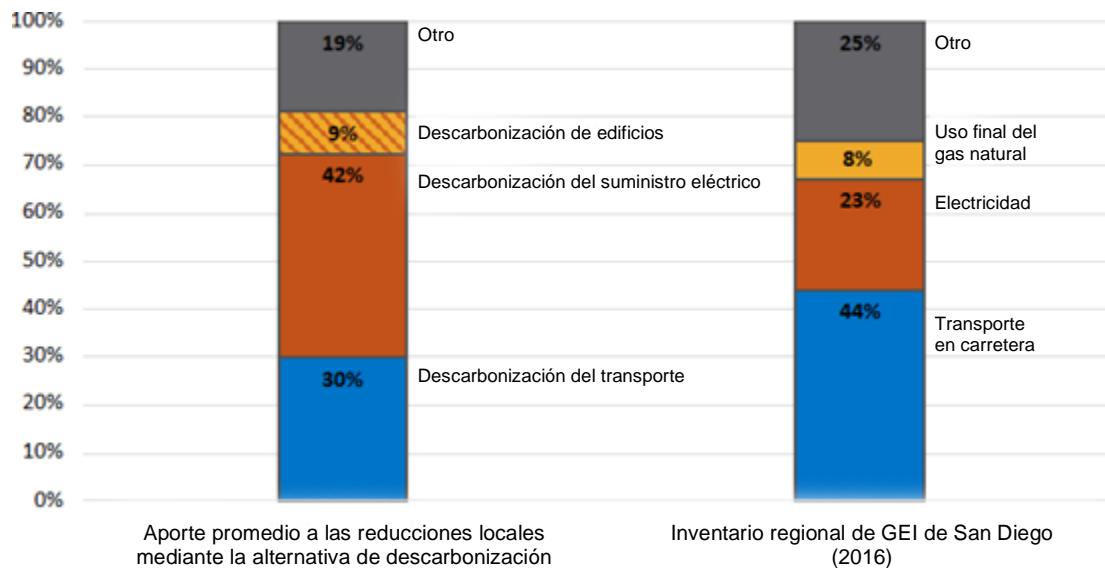


Figura 13. En este gráfico se muestra el aporte promedio de cada alternativa de descarbonización a las reducciones totales de GEI de las medidas locales de PAC adoptadas y pendientes en 2035 (izquierda) y la distribución de las emisiones regionales de 2016 por fuente de emisión (derecha). Muestra que las emisiones del transporte (azul, a la derecha) representan casi la mitad de las emisiones regionales pero, en promedio, las reducciones correspondientes de los compromisos del PAC solo representan algo más de una cuarta parte de las reducciones locales de GEI en los PAC (azul, a la izquierda). Del mismo modo, la electricidad representa alrededor de una cuarta parte de las emisiones regionales (naranja oscuro, a la derecha), pero las reducciones asociadas contribuyen en promedio a algo menos de la mitad de las reducciones de GEI de los compromisos de los PAC (naranja oscuro, a la izquierda). Cabe señalar que, dado que las emisiones asociadas a la construcción proceden tanto de la combustión de gas natural en el lugar como de la producción de electricidad, la parte de la barra correspondiente a la descarbonización de los edificios está sombreada para mostrar tanto el naranja claro como el naranja oscuro, a fin de que se corresponda tanto con los edificios de gas natural (en naranja claro) como con el suministro eléctrico (en naranja oscuro).

La integración de la equidad social en la planificación climática requiere más trabajo.

Según un examen preliminar, la integración de la equidad social en los PAC adoptados y pendientes es limitada, incoherente y carece de especificidad. Se necesitaría trabajo adicional para desarrollar la capacidad y las herramientas para comprender y abordar las implicaciones de la equidad de todas las políticas de descarbonización en la región de San Diego, incluida la recopilación y el análisis de datos; documentos de orientación regional; y grupos de trabajo regionales para coordinar, asesorar, seguir y supervisar cómo se está abordando la equidad en la planificación climática.

La región de San Diego como modelo

Aunque la región de San Diego solo representa el 0.08 % de las emisiones globales, sus iniciativas regionales de descarbonización pueden afectar las emisiones globales generando seguidores entre otros y compartiendo innovaciones duraderas, escalables y replicables. San Diego debería destacar activamente sus iniciativas y comunicar las lecciones aprendidas en los foros nacionales e internacionales. La creación del RDF de San Diego puede servir como caso práctico para que otras jurisdicciones en los EE. UU. y en todo el mundo aprendan de sus propias iniciativas de planificación de descarbonización a largo plazo y se adapten a ellas. Además de mostrar esta iniciativa en varios foros nacionales e internacionales,^{xxvii} la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (SDSN) de las Naciones Unidas elaboró una guía que servirá como un conjunto de herramientas para otras comunidades, organismos de gobierno, grupos de investigación y profesionales de la sostenibilidad para seguir el proceso emprendido por el condado de San Diego en sus propias actividades de descarbonización.

La SDSN está trabajando para compartir el RDF en tres niveles horizontales a través de sus redes.

La SDSN compartirá el RDF y sus principales conclusiones en reuniones y foros nacionales en los Estados Unidos, en grupos y consorcios internacionales y en las Naciones Unidas. Por ejemplo, el proyecto se presentó durante la Conferencia Innovate4Cities en octubre de 2021 y los comentarios y las aportaciones de este evento servirán para el sexto informe de evaluación del IPCC de 2022 sobre el impacto, la adaptación y la vulnerabilidad para el cambio climático global. Estos eventos brindan la oportunidad de mostrar los resultados de este proyecto y a la región de San Diego como modelo para el mundo. Con el acceso a estas audiencias, el RDF es útil para informar sobre las hojas de ruta y los caminos globales hacia las cero emisiones netas.

La guía para la descarbonización regional ayudará a las jurisdicciones locales a crear marcos de descarbonización únicos.

Esta guía proporcionará información básica, así como pasos específicos y consejos sobre logística, metodología, participación de las partes interesadas, planificación a largo plazo y más. Aunque los recursos de esta guía son relevantes y aplicables a los equipos de proyectos de marcos de descarbonización fuera de los Estados Unidos, en los marcos que se están creando en el contexto de las economías emergentes probablemente se utilizarán diferentes enfoques, perspectivas y estrategias en la planificación de la acción climática.

Esta guía será gratuita y estará disponible en el sitio web de la Iniciativa de Políticas Globales de la UC de San Diego (<http://sdgpolicyinitiative.org/guide/>) como una manera de facilitar la creación de marcos regionales de descarbonización y para servir como hoja de ruta práctica para las jurisdicciones que trabajan hacia objetivos de cero emisiones netas.

^{xxvii} En el capítulo 9 y el anexo 9.A se presentan listas extensas de consorcios estadounidenses y mundiales con los que el condado de San Diego y otras jurisdicciones con marcos de descarbonización pueden conectarse, asistir y unirse a las redes para difundir sus hallazgos en diferentes escalas.