

# La economía de las ciudades bajas en carbono y resilientes al clima

## Lima-Callao, Perú

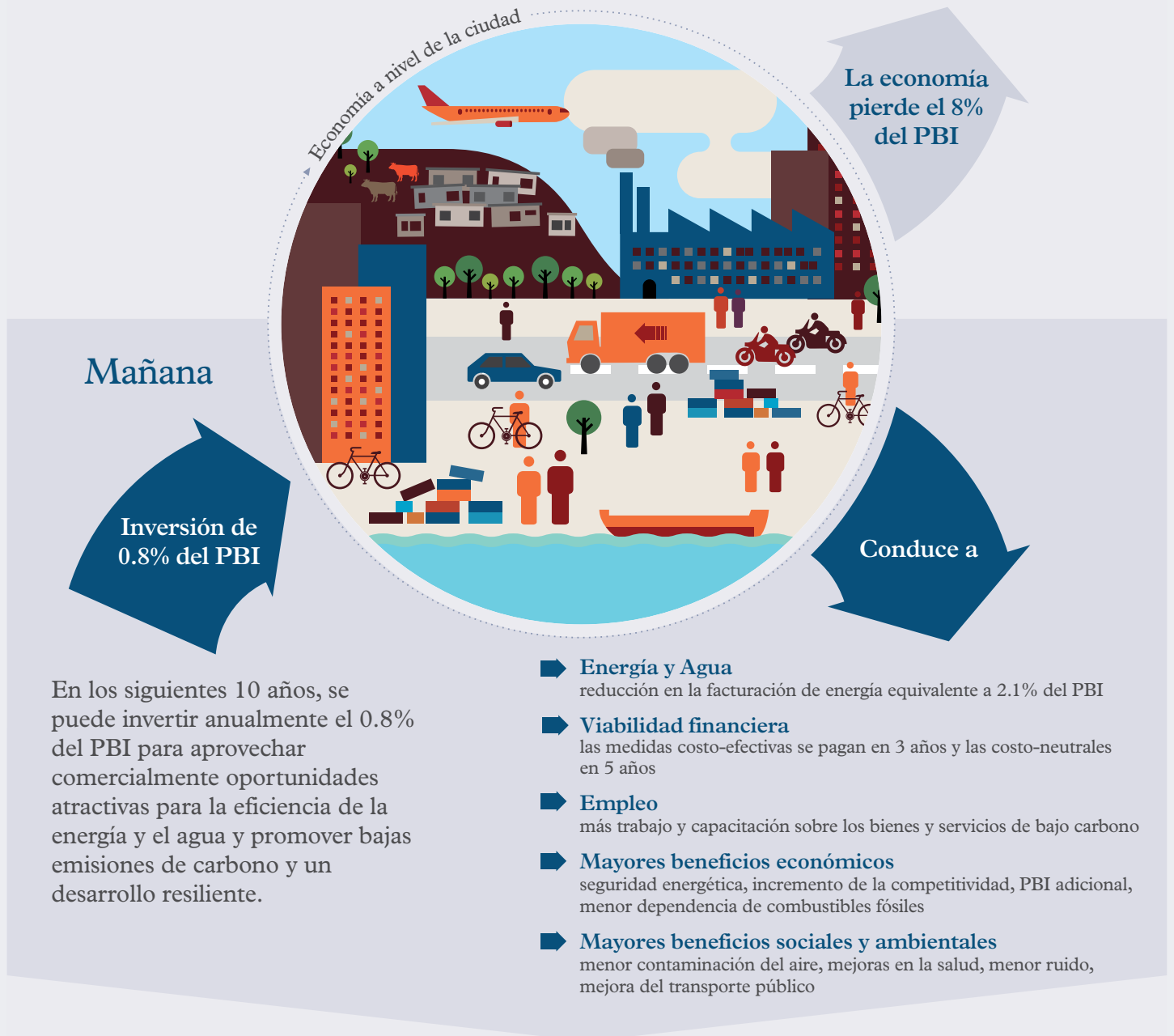


# La economía de las ciudades bajas en carbono y resilientes al clima

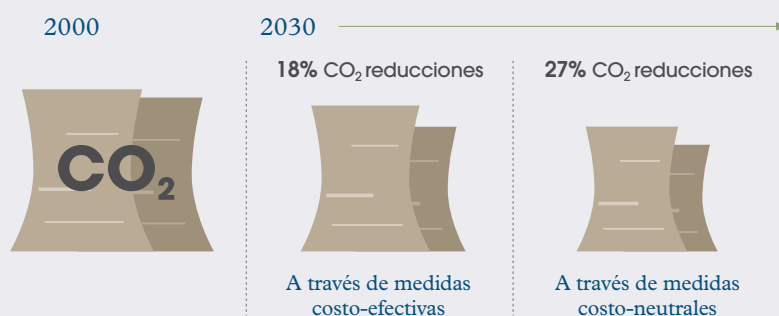
Lima-Callao, Perú

## Hoy

La facturación por el consumo de energía, agua y residuos genera anualmente una pérdida económica del 8% del PBI a nivel de la ciudad. Se proyecta un crecimiento significativo para el 2030.



### ➡ Potencial de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>



# Prefacio

En estos momentos, todos los países del mundo se encuentran evaluando cómo mitigar los gases de efecto invernadero tanto desde medidas nacionales o domésticas, como mostrando su voluntad de hacerlo en el marco de un acuerdo global, de forma que el cambio climático no afecte a futuro la economía mundial y el desarrollo, la seguridad alimentaria y los ecosistemas. El objetivo tendría que ser un mundo carbono neutral para el 2050, si honramos la decisión mundial de que la elevación de la temperatura mundial no exceda los 2°C grados.

El Perú, forma parte de este proceso y ha definido metas, ha planificado, ha planteado acciones y viene ejecutando las mismas, a fin que queden sentadas las bases para un desarrollo sostenible bajo en carbono, adaptando al país a los efectos adversos y a las oportunidades que impone el cambio climático.

La propuesta preliminar para el acuerdo mundial, que deberá adoptarse en Lima a fines de año según el mandato de la región y la comunidad internacional, depende de que todos los países y ciudades del mundo, pongan de su parte y asuman su responsabilidad en el marco de sus capacidades. Más que nunca, la presión para una solución definitiva vendrá de abajo hacia arriba, con un enfoque diferente al que generó el Protocolo de Kyoto. Para ello, la legislación nacional, y en especial los esfuerzos y planes para las ciudades, son clave y deben contemplar con claridad los beneficios que se pueden lograr, y los riesgos que se pueden evitar.

El Gobierno del Perú ha constituido la Comisión Multisectorial encargada de elaborar el “Plan Perú-Compromiso Climático”, el que no sólo expresará y confirmará la voluntad política de Perú este año 2014, denominado “Año de Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático”, sino que además deberá contener marcos estratégicos, y medidas concretas y costo-efectivas que generen efectos ambientales y sociales positivos, consoliden acciones sectoriales, y promuevan la articulación multisectorial, privilegiando la inversión pública y privada en bienes y servicios favorables al sistema climático. En este sentido, confiamos en que, trabajando con todos los sectores y actores de la sociedad nacional se identificarán y asumirán compromisos específicos para conducirnos hacia un crecimiento bajo en carbono, sostenible, sustentado en tecnologías limpias, inclusivo y basado en el reconocimiento de la base fundamental para nuestro desarrollo, el stock de recursos naturales. Confiamos a su vez que se seguirán generando compromisos individuales y colectivos que incrementen el impacto ya logrado en el marco de la campaña “Pon de tu parte”<sup>1</sup> lanzada con la Municipalidad Metropolitana de Lima.

<sup>1</sup> [www.pondetuparte.com](http://www.pondetuparte.com)

El concepto y propuesta de ciudades sostenibles es uno de los temas emblemáticos que el Perú tiene en la agenda interna sobre cambio climático, que será objeto de un tratamiento y desarrollo especial durante la realización de la COP20/CMP10, junto con otros temas emblemáticos del país como son los bosques, las montañas y el agua, el océano, y la energía.

En este marco, el estudio que se presenta en este documento constituye un aporte inicial importante, tanto técnico como académico, para la una discusión más amplia sobre la economía de las ciudades y su rol frente al cambio climático, discusión que debe involucrar a todas las autoridades nacionales, gobiernos locales, el sector privado y la sociedad civil en general, incluyendo a las familias y actores individuales.

En especial, se aprecia el interés del estudio en señalar la relevancia de promover las inversiones más rentables para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y el potencial del futuro financiamiento, que debe estructurarse alrededor de los objetivos climáticos del Gobierno Peruano con sus propios recursos y con los de la cooperación internacional en el marco del Fondo Verde para el Clima y otros mecanismos disponibles.

Saludamos el compromiso y el interés en desarrollar este documento tanto por los autores como por los promotores, la Universidad de Leeds, del Reino Unido, la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad Nacional Agraria de La Molina, así como la participación de la Municipalidad de Lima, en este encomiable esfuerzo de concertación y coordinación, con la facilitación de la Embajada del Reino Unido en el Perú.

Desde el Ministerio del Ambiente, como ente colaborador y co-facilitador en esta iniciativa, proponemos se continúe con los estudios y el afinamiento de metodologías y enfoques que puedan orientar las políticas y urgentes acciones para una senda de sostenibilidad ambiental y de resiliencia de nuestras ciudades frente al cambio climático.

**Manuel Pulgar-Vidal**

Ministro del Ambiente

# Prefacio

El cambio climático es el gran desafío de nuestra época. Sus repercusiones actuales y futuras en la economía, la sociedad y el ambiente representan un enorme reto para redefinir el sentido del desarrollo y diseñar, articular y poner en marcha políticas públicas que permitan enfrentar sus impactos.

Las ciudades tienen un rol fundamental a jugar en ello, no solo porque concentran la gran mayoría de actividades que generan los gases de efecto invernadero, sino porque como centros del poder económico y político, pueden ejercer el liderazgo que se requiere para enfrentar el desafío del clima.

Por ello, me complace presentar este informe que analiza, desde una perspectiva económica, las medidas más eficientes en cuanto al manejo del carbono y del agua, que podrían ser adoptadas en los sectores de energía, vivienda, comercio, transporte, industria, residuos y agua de Lima y Callao.

Esta investigación revela que hay muchas oportunidades económicamente atractivas para que Lima se oriente hacia un camino de desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima que sea más eficiente en términos de energía y agua. Estas inversiones podrían ser equivalentes a 8% del PBI de Lima en 2014 y podrían tener no solo importantes repercusiones económicas, sino una gama más amplia de beneficios sociales y ambientales.

La Municipalidad de Lima ha abordado la problemática del cambio climático con un enfoque transversal en las políticas municipales desde el inicio de esta gestión. En Adaptación, estamos promoviendo una serie de iniciativas para la gestión de riesgos en zonas vulnerables, la recuperación del río Rímac, la ampliación del verde urbano y la conservación de la infraestructura ecológica, con la finalidad de armonizar los asentamientos de la población con el manejo de los ecosistemas urbanos y, de esta forma, incentivar el desarrollo de comunidades resilientes.

En Mitigación, la agenda de Lima contempla como prioridad la reforma del transporte, esperada hace más de 30 años, que está permitiendo la promoción de un transporte público masivo ordenado, eficiente y limpio, con la reorganización de las rutas, la renovación de la flota vehicular, el uso de combustibles limpios y la planificación de un sistema integrado que conecta toda la ciudad.

Este informe nos confirma que estamos en la dirección correcta y que se requiere continuar con las acciones emprendidas. La Cumbre Mundial del Clima -COP 20- de la cual Lima será la ciudad anfitriona, se convierte en una oportunidad extraordinaria para reforzar y articular el accionar de todos los sectores y todos los actores, con una visión de futuro.

**Susana Villaran de la Puente**

Alcaldesa de Lima

## Prefacio

Nos complace mostrar el resultado de un esfuerzo conjunto: un estudio producido por la Pontificia Universidad Católica y la Universidad Agraria La Molina por el lado peruano, y por la Universidad de Leeds que forma parte de un consorcio de universidades británicas en el Centre for Low Carbon Futures por el Reino Unido.

Este primer esfuerzo de análisis ha implicado una importante transferencia de conocimientos y, sobre todo, colaboración entre los especialistas encargados de la tarea. Quiero felicitar a los responsables del documento que aquí se presenta por la paciencia y dedicación desplegada, así como por haberlo tenido listo en un momento muy oportuno, con miras a la Conferencia ONU sobre Cambio Climático – COP20, a realizarse en Lima en diciembre de este año.

La relevancia de la información contenida en este estudio, ha ganado el sobrenombre de un “estudio mini-Stern para Lima” (en referencia al decisivo trabajo de 2007 publicado en el Reino Unido por Lord Nicholas Stern respecto al cambio climático, quien prepara una segunda publicación para setiembre). Destacan, entre muchos otros datos, haber reunido la evidencia que demuestra cómo el producto bruto interno de Lima y Callao aumentaría un 8% con las inversiones costo-efectivas identificadas por el estudio, a la vez que se disminuiría en un 18% las emisiones de gases hacia 2030. Los cálculos estiman que una inversión de cinco mil millones de dólares (sin considerar el metro) generaría medidas efectivas económicamente que se pagarían en menos de tres años. No cabe duda: la evidencia cuantitativa, la investigación y creación de conocimiento son indispensables para un futuro bajo en carbono y de alto crecimiento y desarrollo económico para áreas metropolitanas como las de Lima y Callao.

Esperamos que este estudio pueda estimular al menos dos procesos importantes:

- Un amplio debate constructivo, que institucionalice la actividad de investigación periódica sobre el tema con la PUCP y la UNALM en coordinación con la Municipalidad de Lima Metropolitana y el Ministerio del Ambiente.

- La elaboración de un plan de implementación y estudios de factibilidad para hacer realidad las inversiones identificadas, en especial en lo concerniente a las inversiones en transporte y a un proyecto piloto de urbanización carbono neutral.

Este año, Lima será el foco de atracción mundial por ser anfitriona de la COP20. A pocos meses de tan importante conferencia, esta información adquiere una mayor relevancia para atraer inversiones y alimentar otros estudios en proceso de culminación como el Plan sobre Cambio Climático (Plan CC). Más aún, los debates internacionales en Lima traen una novedad muy importante: con el objetivo de hacer más ambiciosa la reducción de emisiones a nivel mundial antes de 2020, se ha incluido por primera vez en agenda, el intercambio de experiencias algunas ciudades en el mundo que han logrado controlar sus emisiones y adaptarse a los impactos del cambio climático con aquellas que han identificado oportunidades para evitar o reducir emisiones y adaptarse a los impactos del cambio climático. Este informe adelanta recomendaciones sustanciales en ese sentido.

Esperamos que Lima aproveche las recomendaciones para avanzar en su ambición de ser una ciudad baja en carbono, de alto crecimiento económico y que ofrece una alta calidad de vida a sus habitantes.

**James Dauris**

Embajador Británico en Lima

## Prefacio

La discusión de cambio climático ha pasado de ser de que si existe o no a una discusión de qué tan fuertes e intensos serán los impactos del cambio climático. En este caso, el papel de las ciudades es fundamental para responder a estas preguntas, al dar cabida a más de la mitad de la población mundial y ser responsable de más del 70% de la energía consumida y de las emisiones asociadas de gases de efecto invernadero. Históricamente, el crecimiento económico de las ciudades conllevó una demanda progresiva de recursos naturales y en muchas veces una expansión no planificada del espacio urbano. Lima-Callao, de lejos la mayor aglomeración urbana y motor económico del Perú, ha seguido este camino de crecimiento intensivo en recursos durante los últimos años. Al ser construida en una zona muy árida a lo largo de la costa, es probable que en el futuro Lima-Callao sufra de sequías e inundaciones causadas por el cambio climático. En este informe se presentan opciones que permitan a Lima-Callao que cambie hacia una senda baja en emisiones y resistente a los cambios climáticos por medio de acciones económicamente eficaces.

El informe se centra en el análisis de seis sectores para la mitigación de emisiones en Lima-Callao: el sector eléctrico, de construcciones residenciales y comerciales, industrial, de transporte y de residuos. Además estudia la posibilidad de minimizar un futuro estrés hídrico de forma rentable mediante el análisis de un conjunto de proyectos y políticas de oferta y demanda de agua. Al clasificar las diferentes medidas sectoriales según su rentabilidad y su potencial de reducción de emisiones, el informe demuestra los beneficios económicos de las inversiones bajas en carbono y resilientes al clima. Reconociendo que las decisiones de inversión no son tomadas únicamente en función del valor económico, el análisis multicriterio del informe presenta un valor adicional importante.

La “Economía de ciudades bajo en carbono y resilientes al clima: Lima-Callao, Perú” hace una contribución significativa al proporcionar argumentos inmediatamente disponibles y confiables para inversiones sostenibles. El menú de las opciones más adecuadas, así como el plan de inversiones y financiamiento constituyen una valiosa orientación para los tomadores de decisiones de todos los entes, tanto a nivel nacional como local. Además, se presenta un análisis sobre la viabilidad comercial de las medidas, la necesidad de inversiones impulsadas públicamente, como también un documento de respaldo para solicitar financiamiento, incluyendo financiamiento de cambio climático a nivel internacional.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) valora la contribución realizada por el informe, ya que se alinea con la agenda del Banco - una meta de dedicar el 25% del financiamiento a las actividades relacionadas al cambio climático en 2015. El BID está listo a apoyar el financiamiento de un futuro resiliente y bajo en carbono, por medio del apoyo a inversiones sostenibles como las presentadas en este informe.

### Fidel Jaramillo

Representante en el Perú,  
Banco Interamericano de Desarrollo

## Introducción

¿Cuál es la mejor manera para Lima-Callao de orientarse hacia una senda de desarrollo resiliente y baja en carbono, que sea más eficiente desde la perspectiva del uso del agua y de la energía? Incluso cuando existe un interés muy amplio en este tipo de transición, hay obstáculos mayores que pueden bloquear la acción en una agenda tan extensa. La ausencia de una evidencia de base localmente apropiada y creíble hace que la toma de decisiones para las personas a cargo de ello sea particularmente difícil y que el invertir sea igual de difícil para los inversionistas.

Este estudio busca proporcionar ese tipo de evidencia para Lima-Callao y usarla para examinar si existe un caso económico que pueda ser utilizado para asegurar inversiones en un desarrollo urbano eficiente en agua y energía, bajo en carbono y resiliente al clima. El objetivo más específico es proporcionar listas priorizadas de las medidas más eficientes en términos de costo en cuanto al carbono/agua, que serían adecuadas para ser adoptadas en los sectores de energía, vivienda, comercio, transporte, industria, residuos y agua para la ciudad.

La facturación total de energía para Lima-Callao en 2014 fue de US\$4.7 mil millones y la facturación de residuos y agua fue de US\$0.5 mil millones. Esto significa que 8% de todo el ingreso obtenido en Lima-Callao se gasta en energía, agua y residuos.



## Nuestro enfoque

Empezamos el análisis recolectando información acerca de los niveles y la composición del uso de la energía y el agua en Lima-Callao. Hacemos esto para un conjunto de sectores diferentes incluyendo los sectores de electricidad y agua –del lado de la oferta– y los sectores de vivienda, comercio, transporte e industria –del lado de la demanda–. También evaluamos el sector de los residuos ya que este tiene la capacidad de generar emisiones de gases de efecto invernadero y, a su vez el potencial de generar energía.

Para cada uno de estos sectores y para la ciudad en su conjunto, examinamos la influencia de tendencias recientes, como el crecimiento económico y demográfico, el comportamiento del consumidor y la eficiencia en el uso del agua y la energía, y desarrollamos un escenario sin cambios hasta el 2030. Esta hipótesis nos permite predecir niveles y formas futuros de la oferta y demanda de energía y agua, así como la facturación futura de energía y agua y las emisiones de carbono. Tomando en cuenta diferentes escenarios de impacto climático, proyectamos tendencias para el agua en un escenario (optimista) de alta oferta y baja demanda, y un escenario (pesimista) de baja oferta y alta demanda.

Nos basamos en una extensa revisión de la literatura así como en entrevistas y consultas con actores interesados e involucrados. Recopilamos y elaboramos listas de muchas de las medidas de eficiencia en agua y energía que podrían ser aplicadas en cada uno de los distintos sectores de la ciudad. Evaluamos en forma realista el desempeño de cada medida, de sus costos y de sus probables ahorros durante el ciclo de las mismas, y consideramos su ámbito de aplicación en Lima-Callao en el periodo que va hasta el 2030. Estas evaluaciones fueron revisadas de manera participativa en talleres con expertos para asegurar que sean lo más realistas posible y para considerar cuáles son los factores clave que contribuyen a su potencial de implementación.

Luego extraemos en conjunto los resultados de nuestra evaluación y de la revisión de los expertos para determinar el impacto potencial de medidas combinadas en diferentes sectores de la ciudad como un todo. Esto nos permite comprender la escala de la oportunidad de desarrollo, las necesidades de inversión y amortización asociadas, y los impactos en la oferta y la demanda de energía y agua, así como la facturación de agua, energía y emisiones de carbono en los diferentes sectores de la ciudad. Estas agregaciones también nos permiten generar tablas de clasificación de las medidas en costo, y carbono/agua más efectivas económicamente, que podrían ser adoptadas tanto en cada sector como en toda la ciudad.

**En el escenario sin cambios al 2030 habrá un incremento de la facturación total en energía de US\$4.7 mil millones a US\$10.7 mil millones; las emisiones de carbono se incrementan en 82%.**



## El Caso de la Inversión en Eficiencia Energética y Desarrollo Bajo en Carbono

Hemos estimado que el PBI de Lima-Callao fue de US\$66 mil millones en 2014 y si las tendencias recientes continúan, proyectamos que el PBI crecerá a US\$136 mil millones para el 2030. También constatamos que la facturación total de energía para Lima-Callao en 2014 fue de US\$4.7 mil millones y la facturación de residuos y agua fue de US\$0.5 mil millones. Esto significa que el 8% de todo el ingreso obtenido en Lima-Callao se gasta en energía, agua y residuos (sin incluir los subsidios actuales).

Nuestras proyecciones señalan que la continuación de la tendencia del escenario sin cambios hasta 2030 implicaría un alza en el consumo de energía de 78% entre el 2014 y el 2030, y proyectamos que la facturación total de energía pasará de US\$4.5 mil millones a US\$10.7 mil millones en el 2030. También pronosticamos que en un escenario sin cambios, se proyecta que las emisiones de carbono de Lima-Callao aumenten en 82% entre el 2014 y el 2030.

Después de haber examinado los potenciales costos y beneficios del amplio rango de medidas de eficiencia energética y bajas en carbono que podrían ser implementadas en diferentes sectores de la ciudad, hemos encontrado que –en comparación con las tendencias del escenario sin cambios– Lima-Callao podría reducir sus emisiones de carbono para 2030 en:

18%, a través de inversiones costo-efectivas que se pagarían comercialmente con creces a lo largo de su ciclo de vida. Esto requiere una inversión de US\$5.0 mil millones, que en el 2030 generaría ahorros en facturación de energía de US\$ 2.1 mil millones (a precios de 2014), lo que significa que las inversiones en estas medidas efectivas económicamente se pagarían 2.4 años y a la vez generarían ahorros anuales durante todo su ciclo de vida.

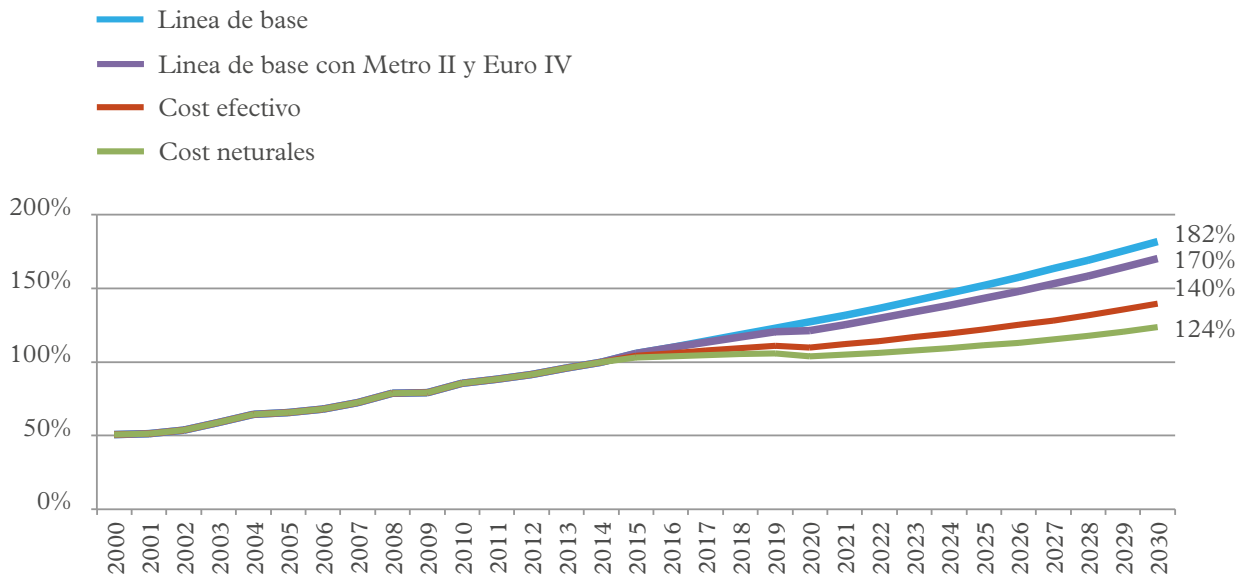
27%, a través de inversiones costo-neutrales que pagarían su valor a lo largo de su ciclo de vida. Esto requiere una inversión de US\$10.8 mil millones, que en el 2030 generaría ahorros en facturas de energía de US\$2.4 mil millones (a precios de 2014), lo que significa que las inversiones en estas medidas costo-efectivas se pagarían en 4.5 años y a la vez generarían ahorros anuales durante todo su ciclo de vida.

Consideramos que el sector del transporte contiene 40% del potencial total para inversiones bajas en carbono y costo-efectivas.

El resto del potencial se encuentra en la industria (23%), en el sector doméstico (12%), en el sector comercial (12%), en el sector de residuos (8%) y en el sector de suministro eléctrico (2%).

Aunque los impactos de los cambios en las medidas costo-efectivas y neutras reducirán las emisiones totales respecto a las tendencias del escenario sin cambios, estos no detendrán el alza total de emisiones en términos absolutos. Con el aprovechamiento de todas las medidas costo-efectivas, las emisiones para el 2030 se incrementarían en más del 40% en 2014, y las medidas neutras económicamente se incrementarían en más del 24% en 2014. La inversión en las medidas económicas ahorrará US\$2.1 mil millones en el sector de la energía anualmente, reduciendo así la facturación de energía para el 2030 de 7.9% a 6.4% del PBI, mientras que la inversión en las medidas costo-neutrales ahorrará US\$2.4 mil millones en el sector energético cada año, reduciendo así la facturación de energía para el 2030 de 7.9% a 6.1% del PBI.

**Figura 1:**  
**Emisiones de Lima bajo tres escenarios entre el 2000 y 2030 indexados a 2014.**



Sector	Medidas costo-efectivas
<b>Transporte</b>	Campaña de teletrabajo; Conversión de taxis a gasolina a GNV; Reemplazo de combis por ómnibus; Chatarreo de autos de más de 20 años para los autos a gasolina; Reconversión de autos a GNV; Desarrollo de ciclovías; Tránsito rápido de buses; Peaje por congestión para autos privados a gasolina y diésel.
<b>Comercial</b>	Estándares de construcción verde – edificios comerciales; Reconversión térmica (gas natural, GLP, diésel, gasolina) en edificios; Programa de reconversión de electricidad en el sector comercial; Programa de reconversión de electricidad en el sector público; Alumbrado público – conversión a LED; Programas de reconversión de electricidad en centros comerciales; PF solar para el sector comercial (con FIT); Programa de reconversión de electricidad en hospitales; Semáforos – conversión a LED; Agua caliente solar para el sector comercial; Infraestructura de medición avanzada – comercial (implementación al 75%).
<b>Residuos</b>	Captura de gas del relleno sanitario Portillo Grande para la generación de energía.
<b>Residencial</b>	Gas natural reemplazado por el gas licuado de petróleo: 50% de las casas conectadas para el 2020 (860.000 conexiones); Alta eficiencia (EE1) de los calentadores de agua; Eliminación de luces incandescentes; Programa de educación para la conservación de electricidad; Instalación del sistema de medición avanzada – residencial (75% despliegue); 5% de sistemas solares de agua caliente para el 2030 (BAU); Alta eficiencia (EE1) de los refrigeradores; Construcción ecológica residencial (20% de las residencias construidas de 2015 a 2030).
<b>Industria</b>	Infraestructura avanzada de medición – industrial (implementación al 75%); Programa de reducción de carbono en el sector de refinería de petróleo; Reemplazo de calderos a gas natural; Conservación de electricidad en otros sectores industriales; Programa de reducción de carbono en la industria del etileno; Programa de reducción de carbono en el sector siderúrgico; Programa de reducción de carbono en la industria del cemento.
<b>Electricidad</b>	Diésel reemplazado por PF solar (~160 MW para el 2030)

Tabla 1

Las inversiones costo-efectivas son aquellas en las que los costos de compra, instalación y operación de una opción más eficiente en energía o más baja en carbono no son superados por el valor de los ahorros en energía que la medida genera durante su tiempo de vida.

Las inversiones costo-neutrales son aquellas en las que los costos de compra, instalación y operación de una opción más eficiente en energía o más baja en carbono no son superados por el valor de los ahorros en energía que la medida genera durante su tiempo de vida, pero en las que los costos adicionales pueden ser cubiertos por otras medidas costo-efectivas. En términos económicos, esto significa que se puede adoptar una combinación de medidas costo-efectivas y no-efectivas a un costo neto cero a lo largo de la vida de las medidas.

Sector	Medidas costo-neutrales
Transporte	Inversiones en gestión del tráfico; Esquema híbrido - subsidio de US\$2,000 para el 10% de autos nuevos; Reemplazo de taxis a diésel por CNG.
Residuos	Residuo para electricidad – 1,000 toneladas por día; Composteo de residuos en cuba cerrada – 100,000 toneladas al año; Quema del gas del relleno sanitario de Zapallal; Planta de reciclaje – 261kt de papel, madera y residuos industriales; Lodos de Taboada para incinerador de energía.
Residencial	Fotovoltaicos solares: meta de 10MW por año (BAU); Aparatos de cocina de alta eficiencia (EE1) (excluyendo el refrigerador); Aire acondicionado de alta eficiencia (EE1); Aparatos de entretenimiento de alta eficiencia (EE1); Lavadoras de alta eficiencia (EE1); Techos verdes en edificios de apartamentos residenciales (10% de nuevas construcciones); Techos verdes en edificios residenciales semiseparados (10% de nuevas construcciones)
Electricity	Carbón reemplazado por viento (200MW para el 2030); Gas Natural mejor tecnología disponible (~3,500MW para el 2030); Reconversión de carbón (~80MW para el 2030); Reconversión de gas natural (1,000MW para el 2030).

Tabla 2

**Lima-Callao  
podría invertir US\$5  
mil millones en medidas  
bajas en carbono costo-efectivas  
que generarían ahorros anuales  
en la facturación de energía de  
US\$2.1 mil millones, lo cual  
significa que las inversiones  
se pagarían en  
2.4 años.**

<b>Medidas eficaces de carbono</b>	
<b>Transporte</b>	1. Reemplazo de combis por omnibuses; 2. Peaje por congestión para autos privados a gasolina y diesel; 3. Esquema híbrido - US\$2,000 subsidio para 10% autos nuevos; 4. Campaña de teletrabajo; 5. Tránsito rápido de buses; 6. Conversión de taxis a gasolina a GNV; 7. Chatarreo de autos de > 20 años para los modelos híbridos; 8. Reconversión de autos a GNV; 9. Chatarreo de autos de > 20 años para los autos a gasolina; 10. Reconversión de autos a GNV.
<b>Comercial</b>	1. Agua caliente solar para el sector comercial; 2. Reconversión térmica (gas natural, GLP, diésel, gasolina) en edificios; 3. Estándares de construcción verde – edificios comerciales; 4. Infraestructura de medición avanzada – comercial (implementación al 75%); 5. Programa de reconversión de electricidad en el sector comercial; 6. Programas de reconversión de electricidad en centros comerciales; 7. Semáforos – conversión a LED; 8. Programa de reconversión de electricidad en el sector público; 9. PF solar para el sector comercial (con FIT); 10. Programa de reconversión de electricidad en hospitales.
<b>Residuos</b>	1. Captura de gas del relleno sanitario Portillo Grande para la generación de energía; 2. Lodo taboada para incinerar energía; 3. Producción de energía por residuos – 1000 toneladas por día; 4. Compostaje de residuos – 100000 toneladas por año; 5. Planta de reciclaje – 261kt de papel, madera y residuos industriales; 6. Quema de gas de relleno de Zapallal.
<b>Residencial</b>	1. Eliminación de luces incandescente y 50% LED para el 2020; 2. Eliminación de luces incandescente; 3. Alta eficiencia (EE1) de electrodomésticos de cocina (excluidos los refrigeradores); 4. Alta eficiencia (EE1) de los refrigeradores; 5. Alta eficiencia (EE2) de electrodomésticos de cocina (excluidos los refrigeradores); 6. Alta eficiencia (EE2) de los refrigeradores; 7. Energía solar fotovoltaica: objetivo de 20MW por año (BAU); 8. 10% agua caliente solar para el 2030 (BAU); 9. Aire acondicionado de alta eficiencia (EE1); 10. Aire acondicionado de alta eficiencia (EE2).
<b>Industria</b>	1. Conservación de electricidad en otros sectores industriales; 2. Cambiar calderos a gas natural; 3. Programa de reducción de carbono en el sector etileno; 4. Infraestructura avanzada de medición – industrial (implementación al 75%); 5. Programa de reducción de carbono en el sector cemento; 6. Programa de reducción de carbono en el sector refinera de petróleo; 7. Programa de reducción de carbono en el sector siderúrgico;
<b>Electricidad</b>	1. Energía geotérmica 2000MW (reemplazado por el gas natural); 2. Energía geotérmica 1000MW (reemplazado por el gas natural); 3. Gasolina reemplazada por energía eólica; 4. Gas natural BAT (~3500MW para el 2030); 5. Gasolina reemplazada por PF solar (200MW para el 2030); 6. Gasolina reemplazada por energía eólica (200MW para el 2030); 7. Gasolina reemplazada por PF solar (200MW para el 2030); 8. Diésel reemplazado por PF solar (~160 MW para el 2030) 9. Diésel reemplazado por energía eólica (~130 MW para el 2030); 10. Retroadaptación de el gas natural (1000MW para el 2030).

Tabla 3

# El Caso de Inversión en Desarrollo Eficiente en Agua y Resiliente al Clima

El cambio climático presenta importantes incertidumbres y riesgos para la oferta y la demanda de agua en Lima-Callao. Dadas estas incertidumbres, parece prudente esperar lo mejor y prepararse para lo peor. Pronosticamos que el peor escenario para Lima-Callao –que implica un incremento de 21% en la demanda de agua asociado a una baja de 7% en precipitaciones para los ríos que alimentan Lima-Callao debido al cambio climático– sería un déficit de agua de 29% en el 2030.

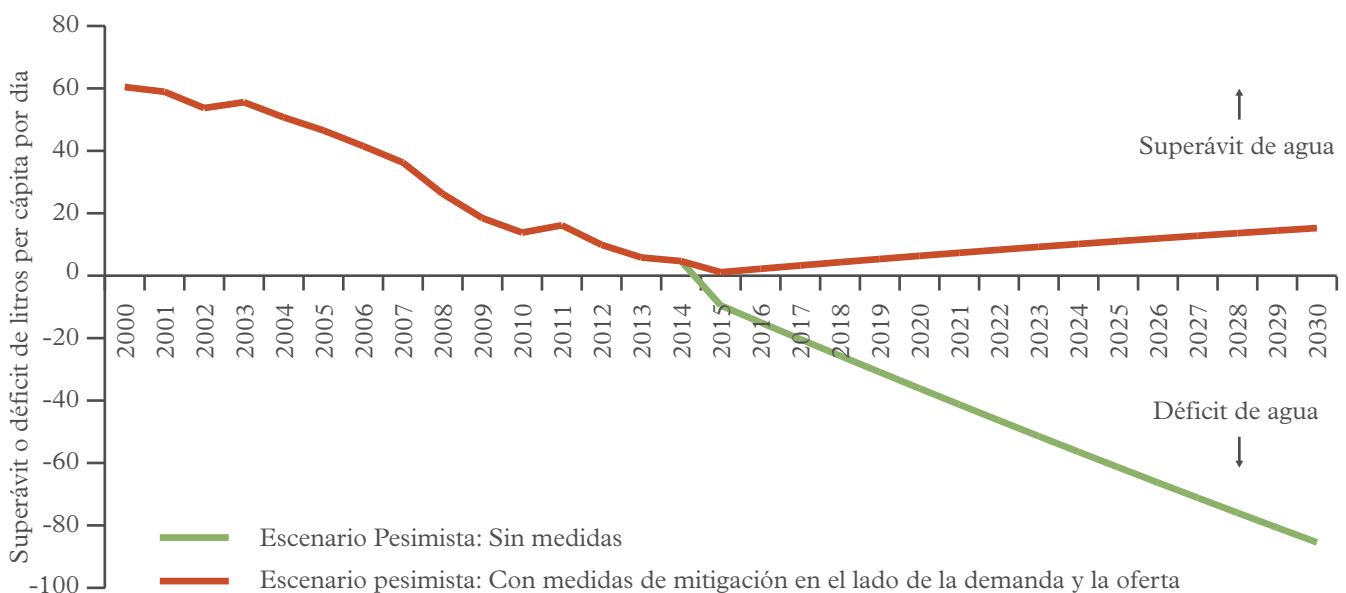
Para considerar las respuestas posibles, evaluamos el potencial de las medidas tanto del lado de la oferta como del lado de la demanda para responder al déficit de agua de 29% que podría ocurrir en el peor de los escenarios.

— La estrategia del lado de la oferta. Si las inversiones se hacen dentro de las opciones de costo más bajas, entonces predecimos que el potencial de déficit de agua podría ser evitado a través de una inversión de US\$856 millones por el lado de la oferta. Esta inversión, que incrementaría los costos, no generaría ahorros netos y tendría un plazo de recuperación de 10.8 años. Podría ser financiada enteramente a través de un aumento de 18% en la tarifa de agua para usuarios domésticos, comerciales e industriales.

— La estrategia del lado de la demanda. Si priorizamos las medidas del lado de la demanda, para reducir los impactos ambientales y sociales más amplios, entonces proyectamos que el déficit potencial en agua podría ser evitado a través de una inversión de US\$2.0 mil millones, de los cuales 95% podría ser invertido en reducir la demanda de agua y 5% podría ser invertido en aumentar la oferta de agua. Esta inversión, que aumentaría los costos pero que también generaría ahorros a través de una menor facturación de agua, tendría un plazo de recuperación de 7.4 años. Podría ser financiada a través de un aumento de 15% en la tarifa de agua para usuarios domésticos, comerciales e industriales, y a través de los ahorros que generaría la medida.

Hacemos notar que a más largo plazo los impactos del cambio climático aumentarían la demanda de agua en Lima; entonces es probable que se tenga que adoptar tanto la estrategia de la oferta como la estrategia de la demanda.

**Figura 2**  
Impactos de la inversión desde el lado de la demanda y de la oferta en el escenario pesimista (alta demanda, baja oferta)



Respecto del agua, el peor escenario para Lima-Callao –que comprende un crecimiento del 21% en la demanda de agua y un 7% de caída en las precipitaciones para los ríos que alimentan a Lima-Callao debido al cambio climático– sería el de un déficit de agua de 29% para el 2030.

El déficit de agua en el 2030 podría resolverse a través de una inversión de US\$2 mil millones, 95% de los cuales se podrían invertir en reducir la demanda y 5% en incrementar la oferta. El periodo de pago de la inversión sería de 7.4 años.

### Medidas de oferta y demanda para atender el potencial déficit de agua en 2030

18% de incremento de las tarifas de agua comercial; 15% de incremento en precio de las tarifas domésticas; Reservorio de Río Chillón; Represa de Casacancha junto con Marca III; Reservorio de Autisha; Pomacocha – Río Blanco.

### Del lado de la demanda

15% de incremento en las tarifas de agua comercial; 100% de medición de las unidades con servicio para 2020; 15% de incremento en precio de las tarifas domésticas; Edificios Verdes Comerciales (25% de las nuevas construcciones de 2015 a 2030); Duchas de bajo caudal (despliegue al 50% en todas las casas); Edificios Domésticos Verdes (25% de las nuevas construcciones de 2015 a 2030); Reconversión de Aguas Grises Comerciales (25,000 para 2030); Inodoros de Bajo Caudal (implementación del 50% en todas las casas); Reconversión de la Red Primaria; Caños para Baño de Bajo Caudal (implementación al 50% en todas las casas); Reservorio de Río Chillón (Suministro); Reconversión de Aguas Grises Residenciales (50,000 para 2030); Inodoros Domésticos de Aguas Grises (100,000 para 2030); Caños para Baño de Bajo Caudal (despliegue al 50% en todas las casas); 15% de incremento en las tarifas de agua industrial; Programa de Educación de Conservación del Agua; Lavadoras de Ropa de Alta Eficiencia (implementación de 25,000 en todas las casas); Lavadoras de Platos de Alta Eficiencia (implementación al 25% en todas las casas).

Tabla 4



## Conclusiones y Recomendaciones

Esta investigación revela, por lo tanto, que hay muchas oportunidades económicamente atractivas para que Lima-Callao se oriente hacia un camino de desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima que sea más eficiente en términos de energía y agua. Estimamos que estas inversiones podrían generar beneficios económicos más amplios equivalentes al 8% del PBI de Lima-Callao en el 2014 (US\$10.0 mil millones) para las medidas costo-efectivas, o a 16% para las medidas costo-neutrales (US\$19.6 mil millones). Sin embargo hacemos notar que, en la práctica, estas inversiones se extenderán hasta el 2030 y que el impacto económico no estaría restringido a Lima-Callao. También notamos que aprovechar estas oportunidades podría tener una gama más amplia de beneficios sociales, económicos y ambientales.

Pero la presencia de estas oportunidades no significa que necesariamente se implementen. Al proporcionar evidencia acerca de la escala y la composición de estas oportunidades, esperamos que este reporte ayude a construir compromiso político y capacidades institucionales para el cambio. También esperamos que este reporte ayude a Lima-Callao a asegurar las inversiones y a desarrollar las capacidades necesarias para implementar el cambio. Algunas de las oportunidades en manejo de energía y agua podrían ser comercialmente atractivas, mientras que otras pueden ser accesibles sólo a través de la inversión pública y/o a través de la ayuda al desarrollo. Muchas de ellas se beneficiarían del apoyo de políticas adecuadas por parte del gobierno.

No obstante, también subrayamos que la economía no es la única disciplina que tiene algo interesante que aportar en la transición hacia una Lima-Callao baja en carbono y resiliente al clima. Un análisis más amplio también debería considerar la deseabilidad social de las diferentes opciones, así como temas ligados a la equidad, a la inclusión y a una sostenibilidad más amplia de las diferentes vías de desarrollo que podrían emprenderse.

# The Climate Smart Cities Programme

[www.climatesmartcities.org](http://www.climatesmartcities.org)

The study has been conducted as part of the Climate Smart Cities programme that has been underway since 2009. The programme is led by Prof Andy Gouldson at the University of Leeds with support from the Centre for Low Carbon Futures and the ESRC Centre for Climate Change Economics and Policy.

The intellectual property rights for the methodology and approach applied in this report are retained by the University of Leeds. The University of Leeds does not accept any responsibility for the ways in which the report or the data are used.



## Acknowledgements

This individual study has been supported by the UK Foreign and Commonwealth Office through the British Embassy in Lima, the Inter-American Development Bank, the Municipality of Lima, and the Ministry of Environment of Peru. It has also been supported by the Centre for Low Carbon Futures, the ESRC Centre for Climate Change Economics and Policy and the University of Leeds.

This individual study has been conducted and this report is authored by Andy Gouldson, Faye McAnulla, Paola Sakai, Andrew Sudmant at the University of Leeds, Sofia Castro at Pontificia Universidad Catolica del Perú and Cayo Ramos at Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.



# Climate Smart Cities

[www.climatesmartcities.org](http://www.climatesmartcities.org)



Kolkata, India



Lima-Callao, Perú



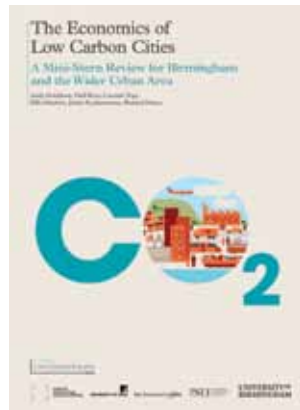
Palembang, Indonesia



Johor Bahru, Malaysia



Leeds City Region



Birmingham and the Wider Urban Area



The Humber



Sheffield City Region

## Investigación dirigida por:

Prof Andy Gouldson  
[a.gouldson@see.leeds.ac.uk](mailto:a.gouldson@see.leeds.ac.uk)  
+44 (0)113 343 6417



UNIVERSITY OF LEEDS

## Jefe de proyecto:

Faye McAnulla  
[f.e.mcanulla@leeds.ac.uk](mailto:f.e.mcanulla@leeds.ac.uk)  
+44 (0)113 343 1390



UNIVERSITY OF LEEDS

## Lider de país:

Sofia Castro  
[Castro.sa@pucp.pe](mailto:Castro.sa@pucp.pe)

