



University of Stuttgart
Institute of Human Factors and
Technology Management IAT

 Fraunhofer



UNIVERSIDAD
DE PIURA

 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE
PIURA
REPUBLICA DEL PERU

INFORME RESUMIDO DEL PERFIL DE LA CIUDAD

**CITY LAB
PIURA, PERÚ**



Photo: MGI Piura team

 **MORGENSTADT GLOBAL
SMART CITIES INITIATIVE**
GLOBAL APPROACH – LOCAL SOLUTIONS

 **Morgenstadt**
City of the Future

Por encargo de:

 **Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear**

de la República Federal de Alemania

PRÓLOGO	3
Mensaje del alcalde de Piura	3
Mensaje del rector de la Universidad de Piura	4
1. INTRODUCCIÓN	5
City Lab Piura y la Iniciativa Global de Ciudades Inteligentes de Morgenstadt	5
Metodología	5
Sobre Piura	8
2. CITY LAB PIURA	10
2.1 Perfil de sostenibilidad de Piura	11
2.2 Impactos y vulnerabilidades del cambio climático	14
2.3 Emisiones de CO ₂	20
2.4 Análisis sectorial	22
2.4.1 Planeamiento Urbano	22
2.4.2 Agua	26
2.4.3 Energía	30
3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	35
4. HOJA DE RUTA: MAPA DE MEDIDAS Y ESTRATEGIAS	36
4.1 Hoja de ruta de la estrategia	36
4.2 Medidas sugeridas	38
5. CONCLUSIONES	42
AUTORES	44
BIBLIOGRAFÍA	45

PRÓLOGO

MENSAJE DEL ALCALDE DE PIURA

El cambio climático es quizás el mayor desafío al que nos enfrentamos como humanidad en este siglo. Sus consecuencias son innegables y nos exigen no solo rediseñar los sistemas que venimos desarrollando como sociedad, sino también actuar con rapidez para prevenir, atender y mitigar sus estragos.

Piura, la primera ciudad fundada por los españoles en el Pacífico Sur, nació como una ciudad señorial y envidiable. Sin embargo, en los últimos años, la ciudad de Piura ha atravesado un constante proceso de transformación: La falta de planificación urbana y la debilidad institucional han favorecido el crecimiento desordenado de la ciudad, generando la ocupación informal de terrenos en la periferia o incluso en zonas de alto riesgo. Zonas carentes de servicios básicos como electricidad o saneamiento. El centro de la ciudad, zona histórica y comercial, se ve afectado por la congestión del tráfico y se hace necesario promover soluciones alternativas como el transporte urbano sostenible. Finalmente, en materia de ocio y recreación, se debe mejorar la atención a los espacios públicos y la deficiente infraestructura verde de la ciudad.

Además, el aumento de la variabilidad climática y eventos como el fenómeno de El Niño de 2017 han demostrado que la ciudad no está adecuadamente preparada para responder a estos eventos climáticos extremos.

Como habitantes nos hemos visto obligados a adoptar medidas inmediatas para aminorar el impacto de estos hechos; sin embargo, es necesario y de suma importancia vincular a los diferentes actores locales de la academia, instituciones privadas y varios niveles de gobierno para cooperar de manera eficiente y generar soluciones en beneficio de la ciudad.

El proyecto City Lab Piura, como parte de la Iniciativa Global de Ciudades Inteligentes (MGI) de Morgenstadt, ha logrado reunir la experiencia, el conocimiento y la ideas de expertos en urbanismo, energía, gestión del agua, medio ambiente y cambio climático en la ciudad en un único documento de análisis de línea base que permitirá a Piura avanzar hacia una transición que incremente su resiliencia y sostenibilidad.

Esta cooperación internacional y local ha sido muy enriquecedora y la colaboración ha generado un portafolio de ideas de proyectos que proponen soluciones reales a los diversos problemas identificados a corto, mediano y largo plazo. Esta cartera no solo incluirá proyectos implementados por el gobierno local, sino que también generará procesos participativos, innovadores, sostenibles e inteligentes.

Como alcalde de Piura, me complace más recibir un estudio de esta magnitud y alta calidad profesional en el marco del Bicentenario de la Independencia del Perú. Esto definitivamente ayuda a complementar nuestros esfuerzos para restaurar la ciudad en el lugar que le corresponde.

Por un hermoso Piura que todos merecemos y anhelamos.

Juan José Díaz Dios
Municipalidad Provincial de Piura

PRÓLOGO

MENSAJE DEL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE PIURA

A nivel mundial, las ciudades están experimentando transformaciones significativas y enfrentan desafíos sustanciales debido al cambio climático y la rápida urbanización. Es en las ciudades donde se concentra la población y donde tienen lugar los procesos que generan las mayores emisiones. Por lo tanto, es necesario considerar estrategias de planificación para el desarrollo urbano inteligente y sostenible que aborden desafíos importantes como la mitigación y adaptación al cambio climático y la mejora de la eficiencia de los recursos.

Además, se requiere un compromiso claro para cumplir con los objetivos globales de acuerdo con el Acuerdo de París y las Contribuciones determinadas a nivel nacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad a los eventos climáticos extremos. En consecuencia, nos parece primordial promover una gobernanza local/metropolitana integrada y sostenible basada en los principios establecidos en la Nueva Agenda Urbana, y que los proyectos deben aspirar a estar cimentados en los principios de equidad e inclusividad, favoreciendo la eficiencia y la uso sostenible del suelo, compacidad, conectividad, densidades apropiadas y múltiples usos del espacio.

Asimismo, se deben promover los usos sociales y económicos mixtos en las zonas edificadas, y reducir los problemas y necesidades de movilidad y los costes per cápita de prestación de servicios aprovechando las densidades, las economías de escala y la aglomeración.

Hace unos años, en 2017, el fenómeno costero de El Niño nos mostró la alta vulnerabilidad de Piura al cambio climático. Para ello, la Iniciativa Global de

Ciudades Inteligentes de Morgenstadt: Enfoque Global – Soluciones Locales es un excelente paso hacia el desarrollo urbano inteligente y sostenible de Piura, ya que propone soluciones para la adaptación al cambio climático y el uso eficiente de los recursos a través de un diseño colaborativo.

El Perfil de Ciudad pretende ser un diagnóstico elaborado a través de indicadores y entrevistas a más de 30 expertos locales en los sectores de agua, urbanismo y energía; también ha conceptualizado áreas prioritarias e ideas de proyectos de intervenciones concretas para lograr la sostenibilidad en Piura.

La cartera de proyectos presentada ha sido validada por expertos de la Universidad de Stuttgart, el Instituto Fraunhofer y la Universidad de Piura. Esperamos que pueda convertirse en una guía que ayude a facilitar los esfuerzos de adaptación y mitigación del cambio climático y contribuya al desarrollo sostenible de la ciudad de Piura.

Dr. Antonio Abruño Puyol
Universidad de Piura

1. INTRODUCCIÓN

CITY LAB PIURA Y LA INICIATIVA GLOBAL DE CIUDADES INTELIGENTES DE MORGENSTADT

El City Lab Piura tiene como objetivo señalar el camino a seguir para que la ciudad de Piura, Perú, se convierta en una ciudad sostenible y resiliente. Durante la última década ocurrieron tres hitos en los que se definieron lineamientos y metas a nivel global para combatir el cambio climático: la Agenda Urbana 2030 con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en 2015 (CEPAL, 2018); la Nueva Agenda Urbana presentada en la conferencia de la ONU Habitat III en 2016 (UN-HABITAT, 2016) y el Acuerdo de París, puesta en marcha por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (UN, 1992). Estas nuevas directrices enfatizan el rol fundamental de las ciudades para cumplir estos objetivos ya que albergan a la gran parte de la población mundial y representan una oportunidad única para la reducción de emisiones y mitigación del cambio climático. El City Lab Piura es parte de la Iniciativa Global de Ciudades Inteligentes de Morgenstadt (MGI) financiado por el Ministerio Federal de Medio Ambiente de Alemania a través de la Iniciativa Internacional del Clima (IKI). Bajo ese contexto, el proyecto MGI tiene como finalidad estimular el cambio transformacional en los sistemas urbanos a través de un análisis integral e intersectorial del status quo. Para ello, se identifican los potenciales para mejorar el rendimiento de la sostenibilidad en sectores seleccionados y se desarrollan soluciones integradas, sostenibles y a la medida para mejorar los procesos o servicios de las infraestructuras urbanas. Aunque este enfoque se ha aplicado en numerosas ciudades¹, la iniciativa MGI se ocupa de tres ciudades: Saltillo (México), Kochi (India) y Piura (Perú).

En el centro del proyecto MGI se encuentra la Iniciativa Fraunhofer Morgenstadt, que ha sido fundamental para

establecer la red de expertos que dirigen los City Labs de las tres ciudades seleccionadas. La Iniciativa Fraunhofer Morgenstadt es una red que incluye institutos, municipios y empresas. Esta iniciativa fue lanzada en 2011 por el Instituto Fraunhofer de Ingeniería Industrial (IAO), creada para conceptualizar, desarrollar y probar innovaciones para las ciudades del futuro.

Reconociendo que el cambio climático representa un desafío global que sólo puede ser abordado a través de la cooperación internacional, el objetivo principal del MGI es mitigar el cambio climático mediante la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro de los límites de las ciudades piloto y aumentar su resiliencia a los impactos y riesgos climáticos latentes. En dicho escenario, el Perú ratificó el Acuerdo de París sobre el cambio climático en 2016, siendo el primer país de Latinoamérica en realizarlo.

La selección de las tres ciudades MGI: Saltillo, Kochi y Piura, no es casual. Son precisamente estos asentamientos urbanos de tamaño medio los que están experimentando un crecimiento más rápido y se enfrentarán a graves desafíos en el futuro, tanto en términos de adaptación como de mitigación del cambio climático y el desarrollo urbano sostenible. En ese sentido, el MGI pretende apoyar a estas ciudades en el desarrollo de un enfoque coherente que apuntale la resiliencia climática y el desarrollo urbano sostenible con políticas innovadoras y esfuerzos para desarrollar propuestas e intervenciones intersectoriales.

METODOLOGÍA

En colaboración con la Universidad de Stuttgart y socios de la industria, la sociedad Fraunhofer desarrolló la metodología Morgenstadt City Lab: un marco analítico holístico para diseñar estrategias individuales de sostenibilidad para las ciudades basado en

¹ Para más información, visite https://www.morgenstadt.de/en/projekte/city_labs.html

MARCO DE MORGENSTADT PARA LA INICIATIVA MGI (FIGURA 1)

Análisis de la estructura de Gobierno de la ciudad, los riesgos climáticos, la planificación urbana, la economía y los negocios, la gestión medioambiental.

1. EXAMEN INICIAL DEL SISTEMA URBANO



MGI Index



Consulta con actores locales

2. EVALUACIÓN EXHAUSTIVA DEL SISTEMA URBANO



Análisis sectorial

- Indicadores y campos de acción específicos
- Recolección de datos



Evaluación de los sistemas urbanos

- Indicadores y campos de acción generales
- Recolección de datos



Riesgo climático y evaluación de resiliencia

Análisis de riesgo climático y medidas de adaptación



Talleres y entrevistas con los principales actores locales

Reconocimiento de fortalezas, retos y oportunidades de desarrollo de la ciudad

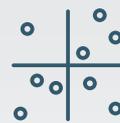
3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS



Perfil de sostenibilidad de la ciudad y priorización de medidas estratégicas



Agrupación de medidas según su impacto previsto e interrelación



Análisis de los factores de impacto



Consulta con actores locales

Mejora de la capacidad y los conocimientos locales

4. ELABORACIÓN DE LA HOJA DE RUTA



Hoja de ruta con ideas de proyecto

Incluyendo los elementos claves, el análisis preliminar de costes y beneficios, las estimaciones del potencial de mitigación de GEI y la evaluación de riesgos

aspectos de innovación, fomentando el uso de tecnologías limpias, y estableciendo un amplio diálogo interdisciplinar con actores locales interesados. Esta metodología consiste en el análisis en profundidad de una ciudad determinada, basado en indicadores de desempeño que evalúan el rendimiento cuantificable en materia de sostenibilidad, campos de acción clave esenciales para el desarrollo sostenible y los factores de impacto únicos que inciden en cada ciudad. Además de estos elementos cuantitativos, se llevan a cabo entrevistas y talleres de expertos con las principales partes interesadas de los sectores público, privado y académico, lo que garantiza un alto grado de participación local y complementa el análisis cuantitativo. Adicionalmente, su participación en la cocreación de soluciones asegura respuestas proyectuales a la medida y no genéricas, garantizando al mismo tiempo un alto grado de apropiación local de las medidas propuestas.

El Morgenstadt City Lab es un instrumento único que se ha desarrollado a partir de las lecciones aprendidas de ciudades pioneras en el mundo, incluyendo a Copenhague (Dinamarca), Singapur (Singapur), Nueva York (EE.UU.) y Tokio (Japón). Así mismo, esta metodología se ha aplicado con éxito en Berlín, Chemnitz (Alemania); Praga (República Checa), Lisboa (Portugal), Tblisi (Georgia), Joinville (Brasil), y Coimbatore (India), donde cada vez se ha ido adaptando según las necesidades y temáticas a cubrir según las necesidades de cada ciudad.

Los resultados de cada City Lab incluyen un perfil de sostenibilidad individual, un análisis detallado de sectores urbanos específicos (por ejemplo: movilidad, desarrollo urbano, energía, agua, entre otros), una hoja de ruta orientada a la acción incluyendo medidas y proyectos concretos innovadores escalables que pretenden impulsar el desarrollo sostenible de la ciudad a mediano y largo plazo. La Figura 1 ilustra el marco de acción utilizado en este City Lab.

SOBRE PIURA



La ciudad de Piura se encuentra en el noroeste del Perú, y es la capital de la Provincia de Piura y de la Región del mismo nombre. Su área metropolitana abarca los distritos de Veintiséis de Octubre, Castilla, Piura y Catacaos.

Piura está situada en un terreno llano, ligeramente ondulante, que se corta por el curso del río Piura; que divide los distritos de Piura y Castilla, al oeste y este respectivamente. Parte de estos distritos se encuentra en el antiguo abanico aluvial que forma el río Piura antes de su desembocadura en la Laguna Ramón (INDECI, 2021). Debido a su ubicación geográfica, tanto la ciudad como la región es muy vulnerable al

cambio climático. El desastre natural más importante en el norte, y específicamente en el departamento de Piura, es causado por el fenómeno El Niño (FEN). En su último evento en el año 2017, afectó a las zonas aledañas al río que atraviesa no solamente la ciudad, sino que también toda la parte de Bajo Piura (Catacaos), expuestas a los efectos de las inundaciones, dejando un saldo de 83,957 viviendas afectas (INEI, 2019).

Según el último reporte del Gobierno Regional de Piura (2016), la actividad productiva de la región Piura es bastante diversa y heterogénea, con una mayor contribución económica por parte de la manufactura con un 15.7% de la economía total de la región en 2013,

seguida por el comercio con 14.1%, la extracción de petróleo, gas y minerales con el 12.9%, la agricultura, ganadería, caza y silvicultura con el 8.2%, y por último la construcción con el 7.4%. Con un menor porcentaje se encuentran las actividades de otros servicios como el transporte, gastronomía, telecomunicaciones, entre otros. Sin embargo, es la agricultura la actividad en la que la mayor parte de la población económicamente activa (PEA) se desempeña, considerándose el motor del empleo regional. En los últimos años, la región de

Piura ha experimentado un importante crecimiento económico, teniendo un crecimiento anual promedio mayor que el crecimiento nacional. En 2014, mientras el crecimiento económico del país aumentó a una tasa de 2.4%, la región de Piura lo hizo a una tasa de 4.2%, debido, principalmente, a que cuenta con una variada gama de productos de exportación provenientes del sector agrícola, vulnerable al cambio climático, producto de las grandes inundaciones, pero también largos periodos de sequía.

VISIÓN GENERAL DE PIURA



POBLACIÓN

Es la quinta ciudad más poblada con 894,847 habitantes (estimación de proyección INEI, 2020) y la octava con mayor crecimiento urbano del Perú (Periferia & WWF, 2018).

GEOGRAFÍA

Superficie aproximada de 589 km² en la ecorregión del desierto de Sechura ubicado al noroeste del Perú, cercano a Ecuador.

PERFIL SOCIOECONÓMICO

La pobreza urbana en Piura ha seguido una trayectoria casi en paralelo con la regional que es mayor al promedio nacional con 24.2% y 20.2% en 2019 respectivamente (IPE, 2020). La tendencia ha ido disminuyendo en los últimos cinco años, donde Piura se destaca entre los seis departamentos que han conseguido los mayores logros en la disminución de pobreza, tanto total como extrema (BCRP, 2008). En los distritos que conforman el área metropolitana de Piura, más de un tercio de la población tiene al menos una necesidad básica insatisfecha NBI, como lo son el acceso a la vivienda, servicios sanitarios, entre otros. (MPP, 2015).

CLIMA

El clima de Piura es cálido, desértico y oceánico con una variabilidad climática de precipitaciones extraordinarias y sequías producto de los eventos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).

La ciudad se encuentra dentro de las ciudades con mayor crecimiento poblacional en el Perú, con una tasa de crecimiento intercensal del 2.3% (Zucchetti & Freundt, 2018). Piura ha presentado un crecimiento urbano acelerado en los últimos 60 años al igual que ha sucedido a nivel nacional, donde se vio iniciada la informalidad habitacional y expansión territorial sin planificación. Se estima que cerca del 70% del suelo urbanizado de Piura está ocupado por construcciones informales o espontáneas (Rivera Saavedra, 2016).

Un común denominador de esta informalidad es la carencia de uno o varios servicios básicos (agua, desagüe, electrificación, pavimento, etc.), convirtiéndose en un gran reto para los gobiernos (Municipalidad Distrital de Castilla, 2021) a la hora de implementar políticas públicas y de aplicación de acciones de gestión, programas y proyectos destinados a enfrentar esta informalidad (Jones, 2017). Como consecuencia de la falta de planificación en la ciudad se tiene, además de las inundaciones, el aumento de la temperatura del aire en la ciudad de Piura, ya que esto depende de los crecientes procesos de urbanización y desruralización asociados a los flujos de calor antropogénicos y sobre todo a la escasez de vegetación. Desde el punto de vista ambiental, se percibe que la rápida urbanización promueve la reducción de la biodiversidad causando congestión en el tráfico vehicular, conduciendo a un aumento de la contaminación atmosférica (CEPAL, 2003) y del consumo de energía.

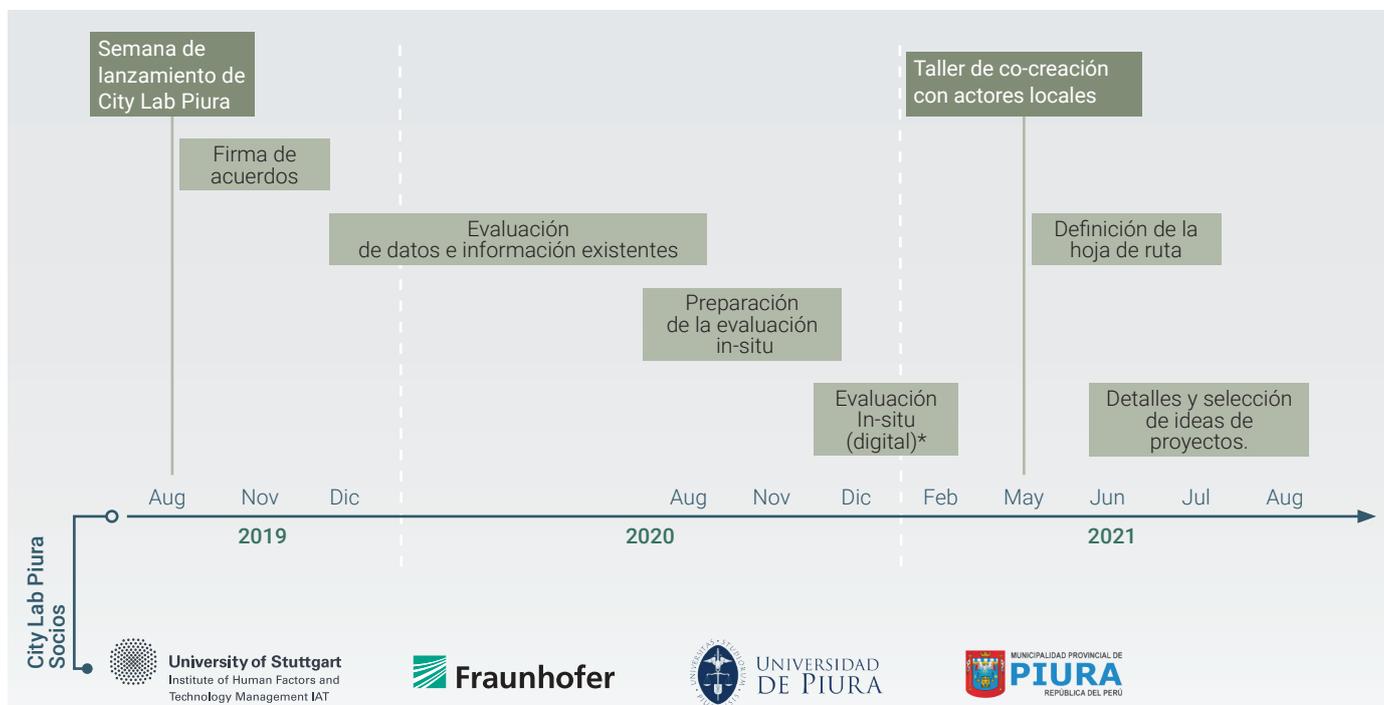
2. CITY LAB PIURA

El City Lab Piura se basa en las prioridades de desarrollo urbano sostenible en Piura y apoya los esfuerzos de la ciudad hacia iniciativas sostenibles e inclusivas. El objetivo de este City Lab es impulsar a Piura para que logre convertirse en un modelo de soluciones innovadoras, localmente adaptadas y climáticamente inteligentes, dirigidas a aumentar su resiliencia a los impactos del cambio climático, preservando y utilizando al mismo tiempo de manera eficiente sus recursos naturales y estimulando la economía local.

Tras revisar los distintos desafíos del desarrollo urbano sostenible en Piura junto con los socios locales: Municipalidad Provincial de Piura (MPP) y Universidad de Piura (UDEP), el City Lab se centra en los sectores de “Planeamiento Urbano”, “Agua y “Energía”, que se analizan y detallan en el capítulo 2.4.

En cuanto al enfoque del City Lab, las fases del proyecto fueron llevadas a cabo por el equipo del City Lab entre agosto de 2019 y agosto de 2021, cuya cronología se ilustra en la siguiente figura.

CRONOLOGÍA DEL CITY LAB PIURA (FIGURA 2)

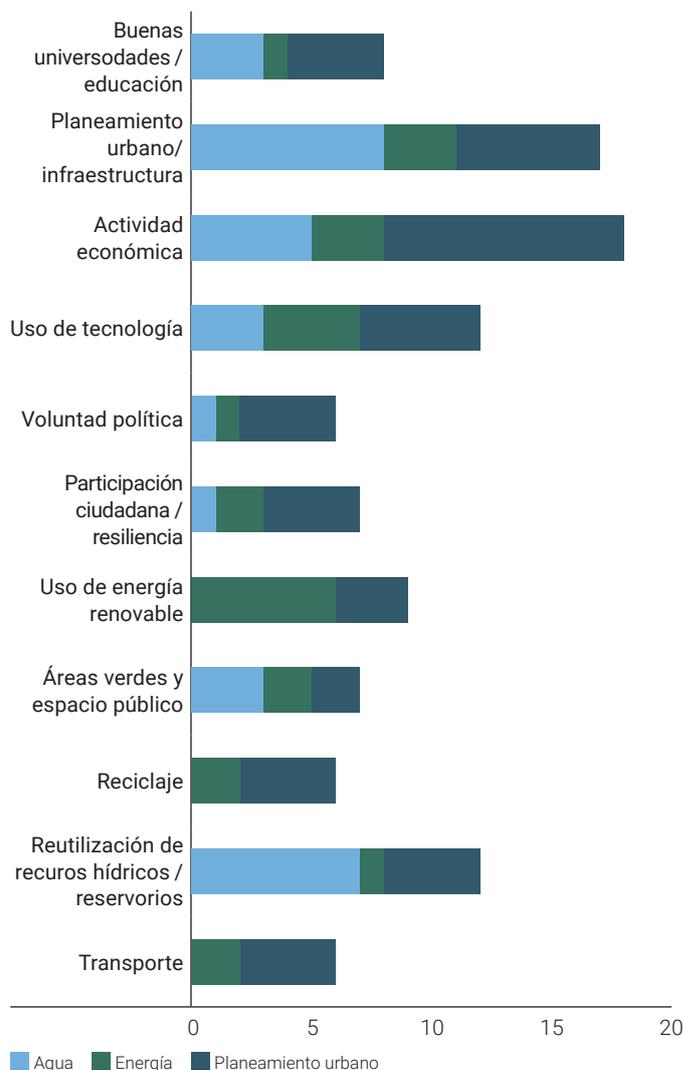


* La metodología Morgenstadt contempla una evaluación in-situ con una duración de 2 a 3 semanas generalmente. Esta parte de la metodología tuvo que adaptarse para ser realizada con herramientas digitales producto de la pandemia del Covid-19, que producto de las medidas de confinamiento y restricciones de viajes en el Perú y Alemania, requirió la adaptación de esta.

2.1 PERFIL DE SOSTENIBILIDAD DE PIURA

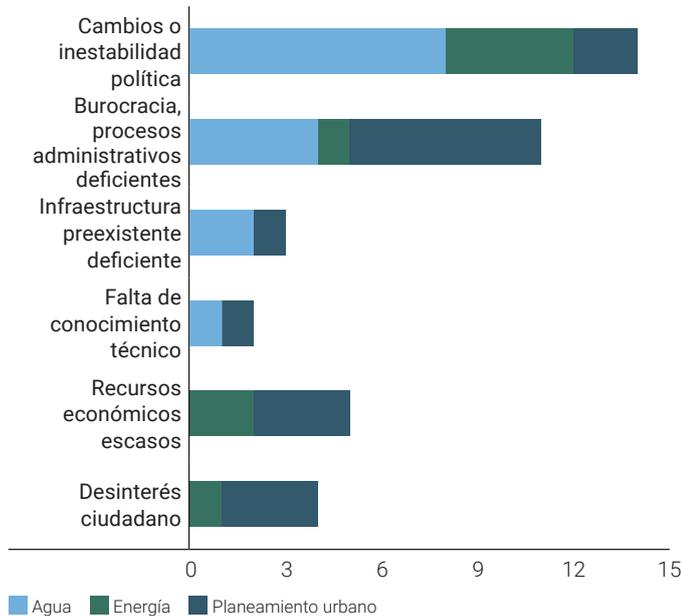
En términos de sostenibilidad, la ciudad presenta una amplia área de oportunidad, lo que fue constatado en el desarrollo de las entrevistas realizadas a los expertos locales. Sin embargo, teniendo en cuenta que Piura es una de las ciudades con mayor crecimiento poblacional y económico del Perú, tiene también un gran potencial y voluntad política para fortalecer planes y estrategias que incorporen la sostenibilidad como un eje transversal para el desarrollo urbano. De esta manera, Piura podría mejorar su planificación e infraestructura urbana para asegurar el acceso a servicios básicos para toda su población y adaptarse de mejor manera al cambio climático. Al estar situada en una zona vulnerable a inundaciones y desastres naturales, Piura tiene la posibilidad de aprovechar estos espacios identificando zonas de riesgo y rediseñarlos como áreas verdes o de esparcimiento -actualmente escasas en la ciudad-, integrando un sistema de drenaje pluvial eficiente, e incluyendo las denominadas soluciones basadas en la naturaleza (NBS por sus siglas en inglés). Gracias a su clima tropical seco, la ciudad tiene un excelente potencial para mejorar su abastecimiento de agua, minimizando la escasez, si se trabaja en el mantenimiento, aprovechamiento y construcción de reservorios de agua en las zonas altas de la región, que además pueden servir como medida para prevenir daños por inundaciones. Además, Piura cuenta con un extraordinario potencial para la implementación de energías renovables (hidroeléctricas y fotovoltaica) para cubrir su demanda energética. Ya que gran parte de su infraestructura ha sido dañada o se encuentra en mal estado, existe una oportunidad de desarrollar una actualización tecnológica para modernizar los servicios públicos, tales como: tratamiento de aguas (potable y residuales), diseño de rutas de transporte público, recolección de residuos, entre otros. Estas oportunidades de desarrollo sostenible fueron un tema de discusión repetido en las entrevistas realizadas a expertos locales del sector académico, público y privado) en los sectores de agua, energía, planeamiento urbano y cambio climático. La Figura 3, muestra los elementos y sectores identificados como una oportunidad y la cantidad de menciones que tuvieron por parte los entrevistados de cada sector.

PRINCIPALES OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN PIURA (FIGURA 3)



Asimismo, los entrevistados mencionaron retos destacados que impiden el desarrollo sostenible. Los factores más importantes que inhiben el cambio transformacional a largo plazo son la falta de continuidad política local y nacional para aplicar incentivos en ese lapso, los largos procesos burocráticos y falta de coordinación entre los distintos niveles de gobierno, la creación de leyes junto con organismos y procesos que regulen y fortalezcan la aplicación de aspectos que apoyen el desarrollo sostenible, la infraestructura base deficiente, la falta de conciencia, educación y participación ciudadana

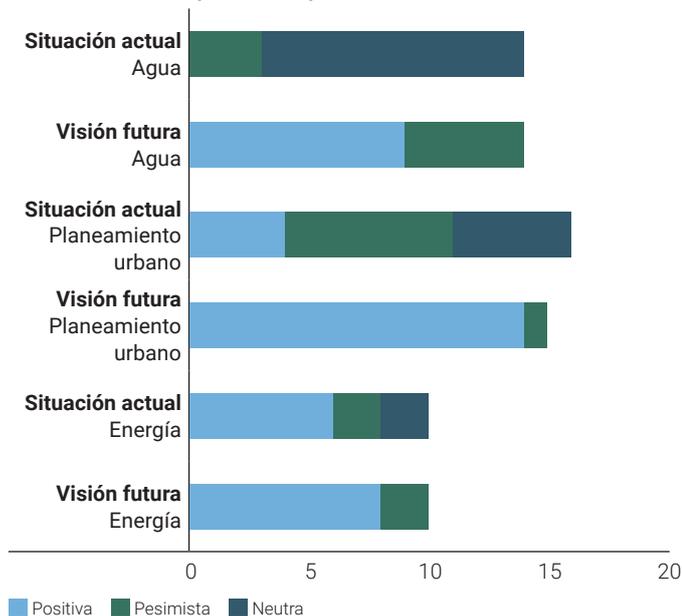
PRINCIPALES RETOS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE PIURA (FIGURA 4)



para las iniciativas medioambientales. La Figura 4 ilustra las coincidencias y cantidad de menciones por parte de los entrevistados para los seis desafíos principales identificados para el desarrollo sostenible de Piura .

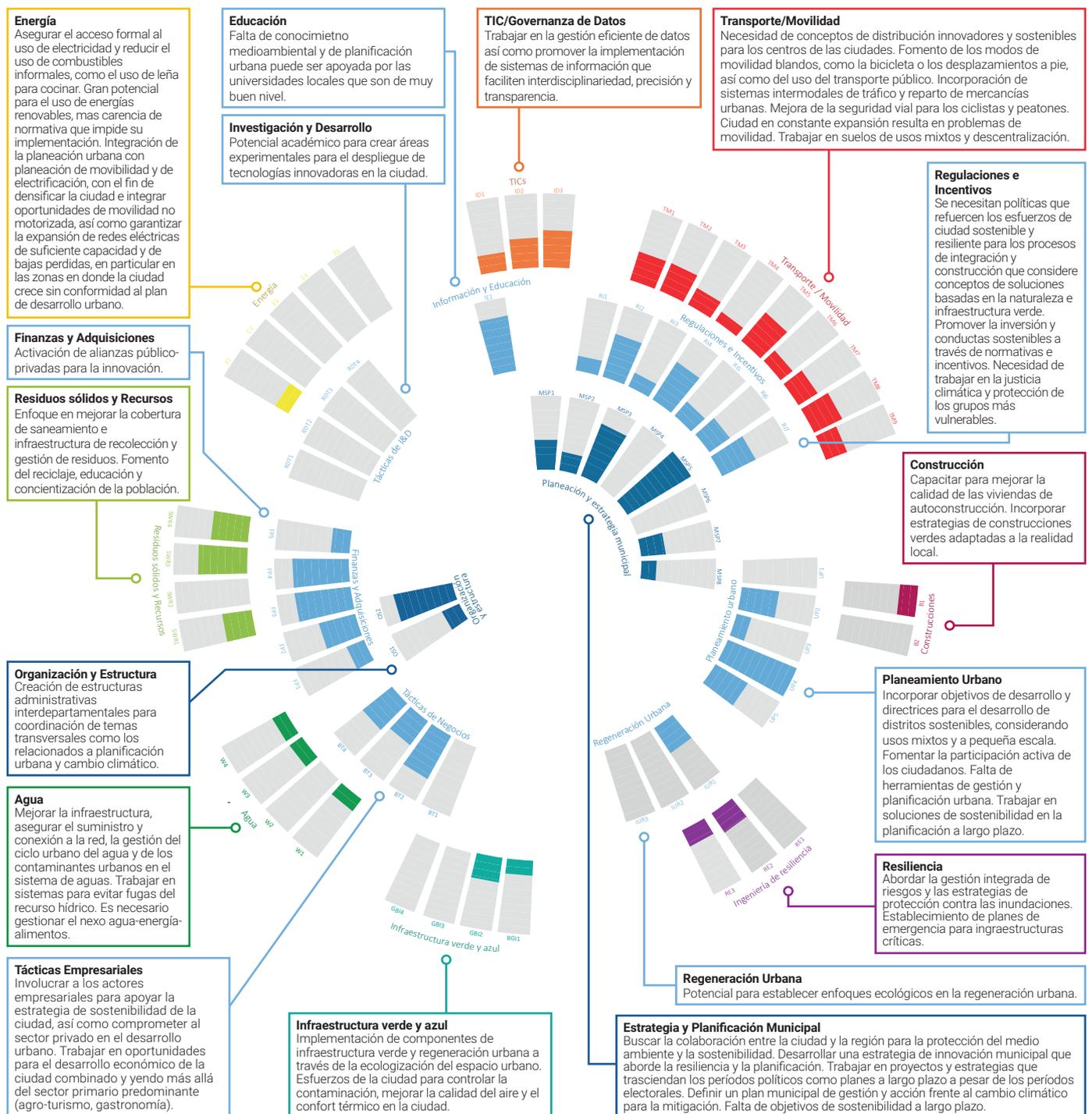
Durante las entrevistas, cada uno de los los expertos tuvieron la posibilidad de detallar su visión respecto a la situación actual y el futuro de la ciudad, donde se destacan las oportunidades y retos anteriormente mencionados. Una tendencia frente a la apreciación de la ciudad, donde alrededor del 50% de los entrevistados mostraron una inclinación pesimista sobre la situación actual de la ciudad. Sin embargo, la gran mayoría ve con buenos ojos y optimismo el futuro de ésta. La Figura 5 ilustra la apreciación de los entrevistados respecto al escenario actual y futuro por sector.

APRECIACIÓN POR SECTOR DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y VISIÓN FUTURA (FIGURA 5)



Las siguientes figuras, explicadas anteriormente, se basan en las 34 entrevistas de expertos con actores claves para los tres sectores durante la evaluación in-situ digital.

PERFIL DE LA CIUDAD DE PIURA (FIGURA 6)



El siguiente gráfico resume las recomendaciones para los sistemas de la ciudad analizados con la metodología de Morgenstadt.

2.2. IMPACTOS Y VULNERABILIDADES DEL CAMBIO CLIMÁTICO



Perú se considera un país muy vulnerable al cambio climático, ya que cuenta con siete de los nueve aspectos definidos por la CMNUCC, establecidos como preocupaciones específicas que aumentan la vulnerabilidad de los países frente al cambio climático (UN, 1992; MINAM, 2016). La alta vulnerabilidad del país no sólo se debe a ecosistemas y elementos geográficos de importancia mundial como los Andes y el Amazonas, sino también a factores estructurales que se ven exacerbados por la pobreza y la inequidad (MINAM, 2015). Sin embargo, el cambio climático es claramente percibido no sólo por la comunidad científica, sino también por la población en su vida cotidiana. Un ejemplo de ello son los tres eventos extraordinarios del FEN²(1982-1983, 1997-1998 y 2016-2017) han ocurrido en un corto período, provocando sequías, inundaciones y olas de calor o frío en varias regiones del país, siendo Piura una de las más devastadas (MINAM, 2021).

En la región Piura, los impactos referidos al cambio

climático se manifiestan con el aumento o disminución atípica de la temperatura de las aguas ecuatoriales del Océano Pacífico central y oriental, lo que trae como consecuencia períodos de intensas lluvias y sequías. Estos eventos se conocen como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), donde se refiere al FEN en el caso de un aumento de la temperatura del mar, y fenómeno de La Niña, en el caso de una disminución de la temperatura del mar. Las precipitaciones causadas por el efecto del FEN y la sequía, debido al Fenómeno de La Niña, afectan gravemente a las actividades económicas de la población con especial incidencia en la agricultura y la pesca. Asimismo, las lluvias causadas por el FEN y el Niño costero afectan a las zonas urbanas, provocando inundaciones que dañan la infraestructura de las ciudades, el sistema de transporte y los sistemas de energía, agua y saneamiento.

Los daños causados por estos hechos son evidencia de la vulnerabilidad de la ciudad, ya que no cuenta con un sistema de drenaje eficiente y también debido la ocupación de zonas de riesgo como en cuencas ciegas, antiguos barrancos, etc. En este sentido, se puede decir que el territorio piurano es considerado como una de las regiones más vulnerables del país frente al cambio climático, debido a su ubicación geográfica, drenaje deficiente, y el crecimiento urbano desmedido. Basado en la historia y cronología de estos eventos, los periodos de intensas lluvias y prolongadas sequías son hechos recurrentes en el tiempo, que van a seguir aconteciendo y para los que tanto la ciudad como la región entera debe saber adaptarse.

En el marco del proyecto, se llevó a cabo una evaluación de riesgos y resiliencia al cambio climático en dos partes para Piura. La primera parte de la evaluación se organizó sobre la base de cinco grupos de riesgos relacionados con el clima e incluyó

² Estos eventos se denominan fenómenos de El Niño Extraordinarios, Super El Niño o Mega niño ya que se trata de una versión de magnitud más intensa de los mismos con consecuencias aún más devastadoras y/o de una duración superior a 12 meses.

información procedente de un análisis científico, así como los resultados de una evaluación de expertos. Esta última se hizo a través del “Cuestionario de Resiliencia de Piura para MGI”, que fue completado por quince expertos para incorporar mejor el conocimiento local y los resultados in situ sobre los grupos de riesgo y las vulnerabilidades. La segunda parte se centró en las medidas de adaptación. Las entrevistas del City Lab Piura se utilizaron para complementar las conclusiones sobre las estructuras y actividades locales.

Los cinco grupos de riesgo y vulnerabilidad climática identificados con un impacto para la ciudad de Piura fueron:

- Desbordamiento de ríos, fuertes lluvias e inundaciones por aguas pluviales.
- El Fenómeno del Niño (FEN).
- La Niña y sequías.
- Aumento de temperatura e islas de calor urbano.
- Cambio en el sistema biológico.

A continuación, se presentan los resultados de la ciudad de Piura respecto a la evaluación del cambio climático según la metodología utilizada en este City Lab.

Desbordamiento de ríos, fuertes lluvias e inundaciones por aguas pluviales

La razón principal del desborde del río Piura y las fuertes lluvias se debe al evento del FEN (ver la siguiente sección). Las inundaciones tanto por precipitaciones como por desborde del río dañan la infraestructura como los diferentes puentes que conectan la ciudad con la zona rural, el sistema de transporte, y los sistemas de energía, agua y saneamiento. Estas vulnerabilidades se ven acentuadas por la falta de un sistema de drenaje urbano eficiente y la ocupación de zonas de riesgo (zonas bajas, cuencas ciegas).

La mayoría de los expertos entrevistados consideraron la magnitud media, la probabilidad, y la irreversibilidad

de los riesgos para las lluvias intensas y las aguas pluviales, ya que tales eventos son poco comunes en ausencia de la ocurrencia del FEN. Sin embargo, cuando ocurre un evento de fuertes lluvias, las personas y la infraestructura construida son las más vulnerables.

Según el informe de Índice de Riesgo al Cambio Climático (IRCC) en Piura (CAF, 2020), la vulnerabilidad es menor en el norte y centro de la ciudad porque hay una mayor concentración de hospitales, centros educativos y alta proximidad a las carreteras en comparación con la zona sur (INDECI & OEA, 2009).

Por otra parte, el distrito de Catacaos es considerado el más vulnerable debido a la baja capacidad de adaptación, ya que tiene el mayor nivel de población analfabeta³ (Mileti, 1990) y vulnerable, así como un menor acceso a servicios básicos como electricidad, agua y sistemas de alcantarillado (CAF 2020).

El fenómeno El Niño (FEN):

El principal impacto del FEN en Piura y en la mayoría de las ciudades costeras cuando ocurre este fenómeno son las lluvias intensas y con ellas grandes inundaciones que afectan a las personas, a la economía, al ambiente y a la infraestructura construida. Asimismo, la mayoría de los expertos locales han considerado la alta magnitud de los eventos del FEN con probabilidad media de ocurrencia y media a alta de irreversibilidad. Si bien no se trata de un evento anual, algunos de sus impactos pueden ser irreversibles. Por ejemplo, el evento en 2017 conocido como “El Niño costero”, causó grandes daños en la infraestructura de la región, tanto en la zona urbana, como en la zona rural de Piura

3 La alfabetización y las habilidades numéricas, así como las habilidades generales (e.g. el pensamiento abstracto), obtenidas a través de la educación formal, implican una mejor comprensión y capacidad para procesar la información sobre el riesgo, previsiones meteorológicas o los mensajes de alerta.

En cuanto a la vulnerabilidad de las personas, la población urbana en situación de pobreza ha sido identificada por los expertos como el sector con un mayor desafío frente a la adaptación al cambio climático. Esta vulnerabilidad se ve reflejada ya que una gran parte de este sector se encuentran emplazados en ocupaciones y asentamientos humanos en áreas no regularizadas y de riesgo por su geografía, sumado a que no cuentan con la formación y recursos necesarios para preparar sus viviendas para enfrentar los impactos de eventos y desastres naturales.

Con respecto a la vulnerabilidad económica, la economía de la ciudad está fuertemente ligada y en gran parte dependiente de las zonas rurales de Piura, lugar donde se realiza la agricultura, el principal empleador de los piuranos. Es precisamente la agricultura uno de los sectores más afectados durante los eventos ENOS; sin embargo, debido a los daños en las edificaciones y el impacto en la temperatura del mar, otras actividades económicas como la pesca y los comercios locales, también se ven gravemente afectadas.

Asimismo, la mayoría de los expertos locales han indicado que la infraestructura construida en la ciudad tiene una alta exposición y susceptibilidad al FEN. Se menciona la autoconstrucción, el uso de canales que fueron en un inicio diseñados con fines de riego agrícola y que en la actualidad se utilizan como sistema de drenajes para la ciudad y la falta de planificación urbana adecuada como factores clave que inciden en que la vulnerabilidad de la ciudad sea tan alta. La infraestructura se construye y adapta para los nuevos usos de la ciudad, pero carece de herramientas o directrices que consideren los futuros impactos del FEN.

La Niña, escasez de agua y sequías

A lo largo de la historia se ha demostrado que, tras las lluvias torrenciales e inundaciones del FEN, el ENOS trae consigo además períodos de sequía y escasez de agua, denominado La Niña. Este fenómeno se

caracteriza por una reducción de la temperatura del mar, por debajo del promedio anual (CAF,2020), provocando un efecto opuesto al FEN, reduciendo las precipitaciones y, por lo tanto, produciendo escasez de agua y sequías. Al igual que un evento del FEN, La Niña afecta gravemente a las actividades económicas, como la pesca y la agricultura.

Los expertos locales que respondieron el cuestionario mencionaron que las sequías no son tan frecuentes como las inundaciones en la ciudad de Piura. En general, las sequías en la ciudad y región han sido muchísimo menos estudiadas y es por ello que prevalece la idea de un asunto menos grave. Ahora bien, según los registros meteorológicos de la estación CORPAC⁴ en la ciudad, las lluvias entre 1932-1992 fueron 24 veces menores a 25 mm/año; y 11 iguales o menores a 50mm/año, por lo que se establece que el 40% del tiempo, la ciudad estaba enfrentando una grave sequía (Palacios-Santa Cruz, 2010). De esta manera, cuando ocurren sequías, no existen medidas o iniciativas para mitigar sus impactos, puesto que no se percibe a tiempo y afectan principalmente a la agricultura. Además, cuando acontece esta situación, el área metropolitana se ve gravemente afectada debido a la expansión demográfica y la falta de planificación urbana para garantizar el suministro de agua a todos los habitantes.

Incremento de la temperatura e islas urbanas del calor

Según el IRCC, se espera que Piura sufra un aumento de la temperatura para el 2040. El promedio mensual y la temperatura máxima diaria aumentarían entre 1.0 y 1.5 °C durante la estación lluviosa y seca. Asimismo, se espera que los medios de temperatura extrema aumenten entre 1.0 y 1.5 °C (CAF, 2020).

La evaluación realizada por los expertos locales muestra el riesgo medio a alto en magnitud y probabilidad para las islas de calor urbanas (UHI) en

4 Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC)

Piura. La mayoría de ellos han mencionado la falta de iniciativas para reducir el efecto de las UHI en la ciudad y, por el contrario, hay una falta de cuidado o intención de mantener los árboles longevos que quedan en la ciudad. Por otra parte, y siguiendo las hipótesis presentadas por la investigación de Caldas et al. (2019), los expertos también mencionaron que la razón de este efecto podría deberse a la deforestación y tala de árboles para aumentar las áreas urbanas, la escasez de áreas verdes, la infraestructura gris y la falta de superficies y pavimentos permeables.

Con respecto a la vulnerabilidad de las personas, la falta de capa vegetal que brinde confort ambiental hace que sea incómodo caminar por la ciudad, lo que es peor durante el verano. Esta situación también afecta a la salud humana produciendo choques térmicos, siendo los niños los más vulnerables (Palacios 2020), además de provocar un aumento en el consumo energético para ventiladores y aires acondicionados, que se irá incrementando a medida que la ciudad vaya creciendo económicamente. Nuevamente son las comunidades más pobres las que resultan más afectadas, ya que la aislación térmica de sus hogares generalmente no es adecuada y no cuentan con recursos para adquirir o mantener estos artefactos (Daley, 2018).

Cambio en el sistema biológico

El algarrobo peruano (*Prosopis pallida*) es la especie insignia en el norte de Perú. Según el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) y el MINAM, el 40% de la población de estos árboles se ve afectada por plagas persistentes debido al incremento de temperatura. Esto, sumado a nuevos virus y hongos que afectan a la especie (El Regional Piura, 2020).

Otro riesgo importante es la presencia de epidemias y enfermedades zoonóticas. El dengue, la malaria y el Zika son cada vez más frecuentes y letales (UDEP, 2016). Después de que ocurrió el FEN costero en 2017, la población del vector de mosquito del dengue y fiebre amarilla *Aedes aegypti* sufrió un crecimiento explosivo

y los casos de dengue aumentaron: la ciudad de Piura se convirtió en una de las ciudades más afectadas ya que concentró el 64% del total de casos nacionales de dengue en el Perú (Díaz-Vélez et al., 2020).

Asimismo, los expertos han mencionado la vulnerabilidad de las personas en nivel moderado, debido, principalmente, a los impactos en la salud causados por el incremento de vectores y enfermedades infecciosas. Económicamente, sectores como la silvicultura, la agricultura y la pesca podrían verse afectados debido a los cambios en las plagas y la variación en los patrones de temperatura y precipitación que afectan la biodiversidad y los rendimientos.

Recomendaciones para los riesgos y vulnerabilidad

Considerando la información obtenida en los cinco grupos de riesgo se recomienda:

- Una acción urgente para reducir los impactos de los eventos del FEN en Piura, ya que la investigación predice una mayor frecuencia e intensidad del mismo para 2040. Los principales impactos son consecuencia de los eventos de lluvias intensas y extremas que producen desborde del río Piura y, por lo tanto, inundaciones en las áreas aledañas.
- Se recomienda fortalecer la planificación urbana y gestionar la reubicación de viviendas localizadas en sitios altamente vulnerables, como también, el trabajo en las cuencas ciegas que se activan después de lluvias intensas. Además, debe alentarse la construcción de infraestructura con materiales apropiados y la reducción de la autoconstrucción, en caso de no ser posible, brindar las capacidades para una autoconstrucción segura, para así poder reducir la exposición y aumentar la capacidad de adaptación.
- Debido al exceso de aguas pluviales durante la temporada de lluvias o durante el evento ENOS, se recomienda implementar soluciones basadas en la naturaleza (NBS) para mejorar la retención del agua, como estanques de detención, jardines de infiltración (bioswales), recolección de agua, jardines de lluvia u otras técnicas de gestión del agua.

- Es importante enfocarse también en la margen del río Piura, ya que es necesario implementar medidas de mitigación para evitar su desborde, como revegetación, reforestación, instalación de gaviones, fajinas vivas y revestimiento con esquejes. Además, las inundaciones también afectan la salud humana, puesto que el agua del grifo se mezcla con las aguas residuales debido a la falta de un sistema de drenaje urbano eficiente. Se considera esta acción como una de las más urgentes por abordar en la ciudad.
- La deforestación de los bosques montañosos secos en las zonas altas de la cuenca del río Piura, al noreste de la región, afecta la prestación de servicios ecosistémicos para la ciudad de Piura, debido a su localización con baja pendiente en una zona llana. La regulación, el aprovisionamiento, el apoyo y los servicios ecosistémicos culturales se ven amenazados por esta actividad. Con base en esto, se recomienda un enfoque ecosistémico o un enfoque de cuenca para Piura.
- La falta de superficies permeables y el aumento de la infraestructura gris, así como la reducción de las áreas verdes y vegetación en el desarrollo urbano, está produciendo UHI en la ciudad de Piura, lo que afecta la salud humana y las actividades económicas debido a la falta de confort térmico que genera una disminución del rendimiento. Esta situación demuestra la necesidad del aumento de la superficie de áreas verdes y la permeabilización del suelo urbano.
- Se necesita más investigación sobre los cambios en los sistemas biológicos y los brotes de nuevas enfermedades infecciosas y plagas que afectan tanto a las personas como a la biodiversidad, las plantas y los animales, así como también a las actividades económicas relacionadas, por ejemplo, la agricultura. Asimismo, se necesita más investigación con respecto a las UHI, tanto sobre los impactos y soluciones para Piura, como la identificación de puntos críticos de UHI en la ciudad. Esto es fundamental para iniciar acciones específicas en ese tema.

Medidas de adaptación al cambio climático

De acuerdo a la evaluación respecto al cambio climático del City Lab Piura es se plantean las siguientes recomendaciones de adaptación:

- Es necesario aumentar la conciencia climática entre las partes interesadas, principalmente en la sociedad civil y los funcionarios públicos. Se recomienda promover y fomentar las buenas prácticas ambientales y la implicación y participación de los ciudadanos en los procesos de políticas y acciones locales. Las capacidades climáticas de los actores locales y partes interesadas deben fortalecerse para tomar decisiones mejores e informadas relacionadas con el cambio climático en el futuro.
- Se recomienda una mayor conexión y sincronía para el trabajo entre los distintos niveles de gobierno (regional y local) para coordinar sus progresos en cuestiones climáticas y medioambientales.
- Es importante que la ciudad participe en estudios de vulnerabilidad y estimación de riesgos sobre el cambio climático, como el estudio de la CAF lanzado en noviembre de 2021; sin embargo, este conocimiento debe aplicarse y verse reflejado en los planes de desarrollo, tanto regional como local. Se recomienda trabajar en la implementación y difusión de este plan.
- Se considera prioritario coordinar y reorientar los instrumentos de gestión regional y local hacia el desarrollo sostenible. A su vez, se recomienda incluir como prioridad clave conceptos de adaptación y mitigación cambio climático en la planificación de la ciudad.
- Se debe alentar a las universidades y asociaciones profesionales a que desarrollen temas de investigación relacionados con la calidad ambiental y la gestión de riesgos y de esta manera crear y fomentar las capacidades y el conocimiento respecto a estas temáticas dentro de la comunidad.
- Se debe buscar la cooperación internacional para el desarrollo de la investigación y la ejecución de proyectos relacionados con el cambio climático.

Presupuesto y financiamiento para las acciones climáticas.

Las finanzas climáticas en todo el Perú, incluyendo la ciudad de Piura, han ido tomando fuerza en los últimos años. Dentro de los actores claves de este ecosistema está el MINAM, pues ha sido clave para la estructuración de la reciente Hoja de Ruta de las Finanzas Verdes, una herramienta que establece las líneas de acción y medios de implementación necesarios para movilizar una importante cantidad de recursos económicos para luchar contra el cambio climático. La ejecución total de 2014 a 2020 ha sido de un total de \$5,743,496,391 de soles en medidas de mitigación y adaptación provenientes de fuentes públicas, donde el 38% proviene del Gobierno Nacional, el 41% de los Gobiernos Locales y el 21.26% del Gobierno Regional.

Sin embargo, Piura no cuenta con un presupuesto y el financiamiento destinado claramente para los riesgos climáticos y las acciones de resiliencia. El Plan Operativo Institucional Plurianual (POIM) 2020 – 2023 considera un presupuesto para la reducción de vulnerabilidades y respuesta a emergencias, pero no incluye presupuesto para proyectos piloto ni para integrar el cambio climático en las políticas o acciones locales (MPP, 2020). Dado que no existe un plan o estrategia local de cambio climático, las acciones en este ámbito en Piura son supervisadas por el gobierno regional de Piura y deben estar alineadas con la Estrategia Regional de cambio climático. Por ello, la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Medio Ambiente, junto con la Gerencia de Planificación y Presupuesto, diseña mecanismos de financiamiento para promover la incorporación y viabilidad financiera de la implementación de la Estrategia Regional del Cambio Climático (ERCC) en los planes y presupuestos de las entidades públicas. Esto genera una dependencia de las decisiones y recursos disponibles a nivel regional, debilitando las posibilidades de acciones a nivel local.

El municipio de Piura tiene un enorme potencial para implementar proyectos hacia una transición sostenible

con el clima. Ya existen ejemplos de proyectos que buscan implementar inversiones sostenibles en la ciudad, principalmente con una estructura de financiamiento de pago por impuestos. Esta parece ser un mecanismo de participación privada que ayudará a los gobiernos locales y regionales movilizar más capital y fomentar tecnologías sostenibles. Sin embargo, se considera importante establecer en el presupuesto municipal que parte de los ingresos y capital sean destinados para la construcción o mantenimiento de una infraestructura adecuada para aumentar la resiliencia en la ciudad.

City Lab Piura - contribuciones a la adaptación al riesgo climático

Como parte del City Lab Piura, se ha desarrollado una hoja de ruta que incluye ideas de proyectos concretos que podrían apoyar a la ciudad en su desarrollo futuro respetuoso con el clima (capítulo 4). Si bien la mayoría de estos proyectos se enfocan en desafíos específicos en los sectores prioritarios: planificación urbana, agua, y energía, los proyectos también tienen un gran potencial para ayudar a mejorar la resiliencia climática.

Para mejorar las sinergias entre la mitigación y adaptación al cambio climático y el potencial en la lucha contra los riesgos climáticos, se tiene en cuenta, desde el principio, aspectos de resiliencia en la planificación individual de cada una de las ideas de proyecto.

Una forma de asegurarse de que los efectos logrados puedan medirse, monitorearse y mejorarse es a través de una selección de Indicadores Clave de Desempeño (KPI) y su integración en un plan holístico de seguimiento del proyecto.

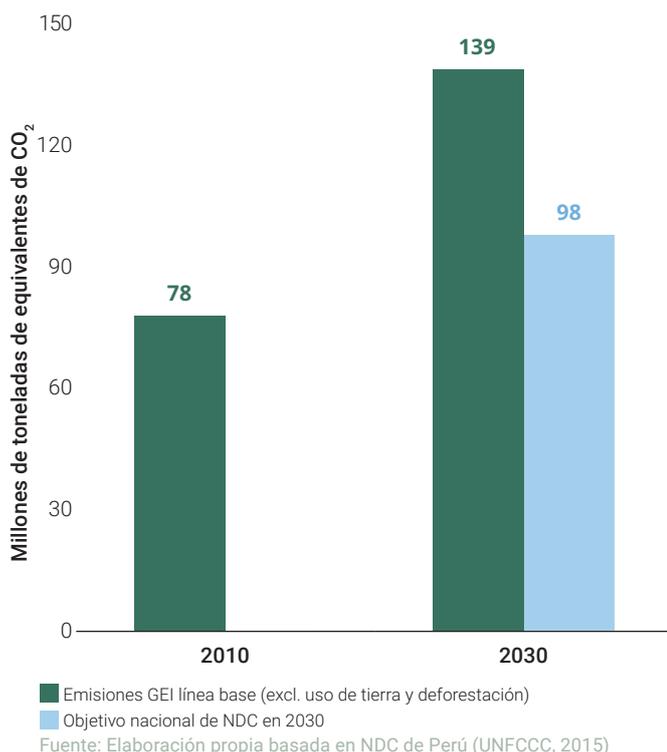
Para ver el reporte completo de la evaluación del riesgo y la vulnerabilidad de los impactos del cambio climático en Piura, visite: <https://mgi-iki.com/en/library/>

2.3. EMISIONES DE CO₂

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ha estimado que, dentro de sus límites, las ciudades representan directamente el 44% de las emisiones mundiales de GEI y, si se considera su consumo final de electricidad generada fuera de la ciudad, la proporción puede llegar al 75% (IPCC, 2015). Debido a la alta concentración de población y actividad económica en ciudades, las autoridades locales tienen oportunidades únicas hacia el desarrollo sostenible, mejora de la calidad de vida, así como para reducir emisiones de gases de efecto invernadero. El alto grado de vulnerabilidad que genera el cambio climático añade importancia a la dimensión local de la gobernanza, donde la seguridad, la participación efectiva y la democracia energética representan un nexo estratégico (Ordóñez & Zurita, 2019).

En vista de la urgencia de iniciar una transición energética hacia un crecimiento económico bajo en carbono, en 2015 se firmó el Acuerdo de París, donde todas las naciones, incluyendo Perú, acordaron mantener el aumento de la temperatura por debajo de los 2 °C por encima de los niveles preindustriales y continuar con los esfuerzos rumbo al 1.5 °C (UNFCCC, n.d.). El acuerdo exige que, por medio de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés), cada nación prepare, comunique y mantenga medidas nacionales de mitigación de GEI. En el caso de Perú, se establece un compromiso a una reducción de emisiones del 30% comparada con la línea base de desarrollo de emisiones (Figura 7), de las cuales 20% de la reducción es de manera incondicional y 10% condicional a ayuda financiera internacional. (UNFCCC, 2015).

EMISIONES HISTÓRICAS Y LÍNEA BASE SEGÚN EL NDC DE PERÚ (FIGURA 7).



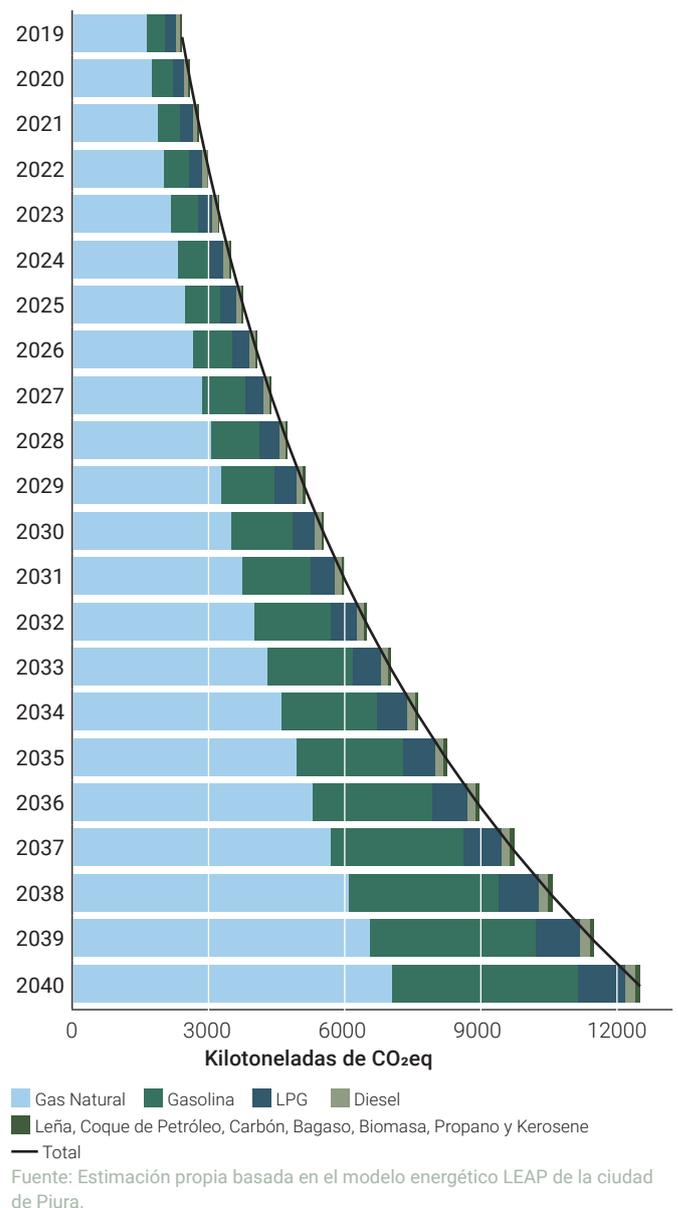
No obstante, el NDC de Perú no especifica metas sectoriales ni subnacionales, por lo cual no es posible derivar una relación directa tanto para la región o como para ciudad de Piura. En el contexto de este proyecto, se desarrolló un modelo energético que permite obtener estimaciones de las emisiones de CO₂ de la ciudad de Piura⁵. Éstas se encuentran proyectadas en un escenario de línea base en ausencia de medidas para fomentar las energías renovables y la eficiencia energética, a crecer de aprox. 2,000 ktCO₂eq a más de 12,000 ktCO₂eq en 2040, aumentando más de seis

5 El modelo desarrollado en el software LEAP y conocido por sus siglas en inglés para Long range Energy Alternatives Planning System, es un software-herramienta de modelización integrada desarrollado por el Instituto de Medioambiente de Estocolmo (Stockholm Environment Institute SEI) que ayuda a analizar la política energética y que puede utilizarse para seguir el consumo de energía, la producción y la extracción de recursos en todos los sectores de una economía. La herramienta puede ser utilizada para contabilizar las fuentes y focos de emisiones de GEI, tanto del sector energético como de otros sectores. Además de hacer un seguimiento de los GEI, LEAP también puede utilizarse para analizar las emisiones de contaminantes atmosféricos locales y regionales, lo que lo hace muy adecuado para los estudios sobre los beneficios colaterales para el clima de la reducción de la contaminación atmosférica local. Más información sobre el software disponible en: <https://leap.sei.org/>

veces en un periodo de dos décadas. Esto implica un crecimiento de aprox. 2.8 toneladas de CO2 per cápita en 2018 a 15 toneladas de CO2 per cápita en 2040. En particular, el gas natural utilizado para la generación de electricidad, así como en la industria, y el uso de gasolina para vehículos particulares, constituyen la mayor fracción de combustibles fósiles que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero (Figura 8).

En términos de potencial a la mitigación al cambio climático en el sector energético, existen grandes potenciales tanto a nivel local, como a nivel nacional. Al respecto, la Agencia Internacional de Energía resalta dos estrategias claves para la mitigación del cambio climático en el sector energético: el uso de energías renovables, así como una mejora substancial de la eficiencia energética. Ambas tienen potencial de implementación en Piura, tanto por el sector público, como por actores clave del sector privado. Los resultados sectoriales de este reporte, así como el catálogo de proyectos presentado en la hoja de ruta, resaltan oportunidades de aprovechar los potenciales en Piura en la realización de dichas estrategias.

ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE FUENTES ENERGÉTICAS EN LA CIUDAD DE PIURA EN 2020 Y PROYECCIÓN EN AUSENCIA DE MEDIDAS A 2040 (FIGURA 8).



2.4. ANÁLISIS SECTORIAL

2.4.1. Planeamiento Urbano



Vista aérea de las zonas vulnerables a inundaciones de la ciudad de Piura. (Figura 9).

Piura es una ciudad en crecimiento tanto económico como poblacional, iniciándose una expansión en el territorio y dando pie a la informalidad habitacional para dar respuesta a esta situación. Si bien desde hace algunos años, el crecimiento urbano residencial de Piura se ha dirigido a lo largo de las avenidas principales, por el contrario, el crecimiento informal ha consolidado áreas de expansión en sectores periurbanos, principalmente, sobre áreas físicamente vulnerables a las inundaciones provocadas por fuertes lluvias durante el FEN. El crecimiento informal además ha significado que más de un tercio de los piuranos cuenten con al menos una necesidad básica insatisfecha, lo que representa una tarea a resolver a nivel de ciudad. A su vez, esta tendencia constituye un gran desafío a resolver por parte principalmente del gobierno local, pero con la necesidad de colaboración con distintos actores locales con una gran incidencia en poder enfrentar y dar una solución a esta informalidad (Municipalidad Distrital de Castilla, 2021).

A su vez, debido a que Piura fue una de las regiones más afectadas por el FEN en 2017, está incluida en el Plan Integral de Reconstrucción con Cambio (PIRCC). Este Plan tiene como objetivo la rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura física dañada y

destruida por el Niño costero a nivel nacional, contribuyendo además a restablecer el bienestar perdido por los grupos sociales más vulnerables, especialmente aquellos que perdieron su vivienda y medios de vida, y que tuvieron que desplazarse de su residencia habitual como consecuencia de los daños generados por las lluvias, inundaciones y movimientos de masa (movimientos de tierra o agua).

Uno de los retos más urgentes para Piura es contar con un ordenamiento territorial efectivo que delimite las zonas habitables y determinar los usos de suelo para evitar tener áreas residenciales en zonas con alto riesgo a inundaciones y eventos climáticos extremos. Tras el último FEN en el año 2017, se documentaron más de 10 mil familias viviendo en zonas expuestas ante inundaciones y lluvias extremas; representando a un sector de la población vulnerable de escasos recursos, que se ven forzados a emplazarse en estas zonas como se ve en la Figura 9. En Piura Metropolitana actualmente 5.11% de la población está asentada en zonas de alto riesgo ante peligro por inundaciones fluviales y 13.36% por inundaciones pluviales (MVCS, 2020).

Además, los usos del suelo cercanos al río Piura, tanto de la ciudad como a nivel de la región, están destinados al sector privado y público, lo que muestra una carencia de planificación en relación con el principal recurso hídrico, que se puede convertir en una amenaza en épocas de lluvias inusuales. Esta deficiente relación ciudad-agua genera un grave desorden económico y ambiental frente a los procesos de adaptación climática (Caldas et al., 2019) y hace que el centro de la ciudad sea considerado altamente vulnerable a los efectos del cambio climático.

Desarrollos clave y Status Quo en el sector

Piura, así como el resto del país, tiene identificados algunas limitaciones y desafíos en la aplicación de los instrumentos de gestión del desarrollo urbano. Los registros de suelo urbano están descentralizados, por lo que pocos municipios cuentan con un uso de

suelo completo y actualizado. Al 2018, únicamente el 30% de los municipios distritales cuentan con un plan de desarrollo urbano (Gestion, 2018). Esto trae como resultado que las autoridades locales no presentan herramientas de planificación urbana que apoyen el crecimiento de la ciudad orientado a las visiones, metas y objetivos planteados por sus instituciones. A su vez, las herramientas y levantamientos de datos que existen no se encuentran digitalizados ni en una infraestructura de datos a nivel municipal, lo que dificulta el acceso y la aplicación de los planes.

Diversos análisis urbanos desde 1993 evidencian la necesidad de implementar acciones y políticas que articulen los espacios de Catacaos, Castilla y Piura. La Provincia de Piura aprobó en el 2013 el Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de los distritos de Piura, Veintiséis de Octubre, Castilla y Catacaos al 2032. A fines del 2018, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) lanzó el proceso de contratación pública especial para la reconstrucción con cambios, que incluye la contratación de servicios de consultoría para la elaboración de planes de desarrollo metropolitano (PDM) para diferentes ciudades del Perú bajo el ámbito de la reconstrucción con cambios. En el caso de Piura, este plan busca continuar y completar el trabajo del estudio del PDU.

En esa misma línea, el Plan de Desarrollo Metropolitano (en proceso de aprobación a la fecha de publicación de este documento) establece los lineamientos y estrategias del área metropolitana de la ciudad⁶ (Lama More, 2015) para lograr un desarrollo integral, sostenible y sustentable. Este instrumento técnico-normativo y de gestión se enfoca en orientar y promover el crecimiento urbano y agro-urbano y el desarrollo de actividades; sirviendo soporte fundamental del crecimiento económico de la ciudad

y la mejora de la calidad de vida de la población. En el caso de Piura, el PDM busca mejorar el uso racional del suelo urbano, articular la red vial y determinar las regulaciones constructivas en los cuatro distritos que apoyan la visión de una ciudad ordenada y compacta. Este documento busca también incorporar la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial para mejorar la resiliencia y reducir los impactos de ENOS y amenazas del cambio climático, así como también criterios de sostenibilidad para los futuros proyectos, planes e inversiones de la ciudad.

VISIÓN, DESAFÍOS Y SOLUCIONES EN EL SECTOR PLANEAMIENTO URBANO

VISIÓN FUTURA

UNA CIUDAD MODELO DE SOSTENIBILIDAD ECOLÓGICA, ECONÓMICA Y SOCIAL CON ESPACIOS PÚBLICOS ACCESIBLES, VEGETACIÓN NATIVA E INFRAESTRUCTURA URBANA DEBIDAMENTE DISEÑADA PARA CON SUS HABITANTES.

DESAFÍOS

- Expansión urbana constante y una población sin acceso a los servicios básicos.
- Informalidad en la construcción y en la ocupación de suelos urbanos (proceso de lotización y construcción antes de la urbanización de los terrenos).
- Poco acceso y grandes costos de mantenimiento de áreas verdes y esparcimiento
- Áreas en la ciudad no habitables por encontrarse en una zona de riesgo (cuencas ciegas, inundaciones).
- Ciudadanía con falta de concientización y desinteresada respecto al impacto del cambio climático y la sostenibilidad.

SOLUCIONES

- Planes actualizados y herramientas que los apoyen (a través de SIG) que permitan el ordenamiento territorial, respetando las zonas de riesgo y tomando en cuenta la expansión urbana.
- Transformación de terrenos y áreas baldíos en áreas verdes o de esparcimiento
- Usos alternativos de las áreas alledañas al río e inundables.
- Áreas verdes que contemplen el uso de vegetación nativa.
- Urbanismo táctico (incluyendo parques de bolsillo, huertos urbanos) que apoyen el desarrollo de iniciativas y la interacción de los ciudadanos y que se apropien del espacio público
- Programas y campañas de concientización en temas que apoyen los conceptos sostenibilidad y circularidad urbana (ejemplos: estrategias de reciclaje, nuevas actividades económicas para diversificar la economía (gastronomía), etc.).

⁶ Piura es considerada una metrópoli regional del Macrosistema Norte, compuesta por cuatro distritos: Piura, Veintiséis de Octubre, Castilla y Catacaos.

Actores clave, estructura gubernamental y política

En materia de planeamiento de la ciudad, es función tanto de los gobiernos locales como del nacional a través del MVCS encargarse de las obras públicas de la Nación. Por una parte, gobiernos municipales, que en el caso de Piura se refiere tanto a una de las municipalidades de los cuatro distritos, como a las provinciales y distritales, se responsabilizan de elaborar planes de desarrollo y ordenanzas municipales. Por otra parte, el gobierno central a través del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo son los encargados de elaborar las políticas y marcos normativos a ser implementados en todo el territorio del país por lo que tienen un gran impacto en la expansión y funcionamiento de la ciudad de Piura. Adscritos de estos organismos, de parte del gobierno central se consideran de relevancia para el sector de planeamiento urbano las Direcciones Nacionales de Vivienda y Urbanismo respectivamente.

La distribución de responsabilidades entre los diferentes niveles de gobierno (nacional, regional, local) han significado dificultades en la puesta en práctica de políticas públicas y programas, especialmente en los sectores de transporte y vivienda (García, 2009), donde el nivel nacional se ve adelantado frente a municipios que no cuentan con la información o herramientas necesarias para llevarlos a cabo (Fernandez Maldonado, 2016).

Respecto al marco legal, las leyes más significativas para el desarrollo territorial de la ciudad se encuentran el Reglamento Nacional de Edificación para programas y desarrollo de la administración pública (RNE), el Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible, la Ley No 27972 Orgánica de Municipalidades y la Ley No. 30556 de Reconstrucción con Cambios. El 25 de julio de 2021 se publicó en el diario oficial El Peruano la Ley N° 31313, "Ley de Desarrollo Urbano Sostenible" - LDUS (El Peruano, 2021), una Ley que consolida la

INDICADORES DE DIAGNÓSTICO DEL SECTOR URBANÍSTICO (TABLA 1).

INDICADOR	VALOR PARA PIURA	DESAFÍOS Y SOLUCIONES
Población en hogares con dos o más NBI (MPP, 2015)	23.2% A NIVEL DE DISTRITO ~ 10% EN LA ZONA URBANA	En el caso de Piura, en los distritos que conforman el área metropolitana, el mayor porcentaje de la población reside en una vivienda física inadecuada y tiene al menos una NBI, poniendo en evidencia la vulnerabilidad de su población residente.
Tasa promedio de crecimiento de población anual urbano (INEI, 2019)	1.8%	Este valor refleja el crecimiento urbano en los últimos 10 años, que ha ido aumentando de manera exponencial y continuará con esta tendencia. Este crecimiento se alinea con el crecimiento anual de la economía piurana (6.4%), superior al promedio nacional (4%) en 2018.
Áreas verdes por cada habitante (INEI, 2014)	1.75 m²	La ciudad cuenta con un nivel muy bajo en comparación con la recomendación de la OMS que establece un mínimo, un área verde de entre 10 m ² a 15 m ² por habitante, distribuidos proporcionalmente en relación con la densidad de población. En el Perú solo Lima, Arequipa y Tacna superan los 3 m ² por habitante.

regulación sobre acondicionamiento territorial, la planificación urbana, el uso y la gestión del suelo urbano.

Dentro de los instrumentos significativos para el desarrollo urbano de la ciudad de Piura se destacan, además de los ya mencionados PDM y el PIRCC, el Plan de Desarrollo Provincial Concertado 2016-2021, el Plan de Movilidad Sostenible.

Potencial de contribución a la adaptación y mitigación al Cambio Climático

Al respecto, de acuerdo con la información recopilada durante la fase de las entrevistas del City Lab, se observó que gran parte de los actores coinciden y consideran fundamental trabajar en la de planificación urbana de la ciudad para gestionar su territorio y recursos de una manera eficaz y sostenible en el tiempo. Esta planificación resulta fundamental para la integración de políticas entre los distintos sectores (transporte, agua, energía, residuos) en directo alineamiento entre sí y con la economía, el medioambiente y los habitantes de la ciudad. En ese sentido, los entrevistados concuerdan en que uno de los mayores desafíos que se enfrentan en Piura es la falta de continuidad de las políticas públicas cuando hay un cambio de administración en la Municipalidad, el Gobierno Regional o el Nacional. También se ha expuesto que las obras públicas no siempre son congruentes con los Planes de Desarrollo elaborados por las propias autoridades, y la falta de recursos para hacer cumplir las normas por parte de todos los niveles de gobierno que convergen en la ciudad. En ese sentido, cabe mencionar que un alto grado de centralización de las decisiones públicas, dificulta su implementación exitosa, así como la poca participación por parte de la ciudadanía. Algunos actores también han identificado una desconexión por parte de academia, gobierno y ciudadanía, así como el desconocimiento de este último respecto a los métodos de participación.

A su vez, los sectores de la construcción, movilidad, directamente relacionados con el crecimiento urbano, han sido un constante desafío para los gobiernos de la ciudad, tanto en su planificación y regulación, como en su fiscalización. En ese sentido, trabajar con los actores proveedores de servicios, así como capacitar a la población en autoconstrucción resulta fundamental para mejorar la calidad de vivienda y su conectividad. Otro ejemplo de ello es que la expansión urbana ha provocado también que la zona industrial esté emplazada en el centro de diversas zonas residenciales generando molestias de tipo ambiental por los gases y ruidos que emanan. Se vislumbran situaciones conflictivas en un futuro, si se consolidan ambas (la zona industrial y la residencial) cuando el crecimiento urbano se produzca con mayor intensidad.

Basado en estos resultados, se definió una visión de la ciudad para dirigir el desarrollo a largo plazo que refleja los desafíos más importantes para el futuro de la ciudad. Los resultados del City Lab contribuirán a transformar Piura en una ciudad que se centra en sus oportunidades para prepararse y adaptarse frente a sus propios desafíos urbanos, incluyendo los que vendrán de la mano con el cambio climático. Una ciudad modelo de sustentabilidad ecológica, económica y social, con espacios públicos accesibles, vegetación nativa o adaptada a la realidad climática e infraestructura urbana adecuada diseñada para sus habitantes.

Se considera como un área fundamental de acción el trabajar en el rescate y mejora de los espacios públicos, así como también aumentar la infraestructura verde con el diseño urbano. Estas estrategias podrían verse reforzadas mediante regularizaciones del arbolado urbano y de las áreas verdes de la ciudad. De esta manera se pretende albergar nueva vegetación nativa, con bajo requerimiento hídrico, para mejorar la calidad del suelo, islas de calor y promover los espacios públicos de sombra para los ciudadanos. Para ello se sugieren intervenciones que incluyan el mapeo de espacios disponibles para utilizar así terrenos baldíos

(centro histórico de Piura). Se busca vincular el uso de estos espacios según la vocación de la zona para así maximizar su impacto y utilización por parte de la ciudadanía y tener en cuenta la infraestructura necesaria para las actividades recomendadas (energía, iluminación, agua, mantenimiento, seguridad, etc.) y de esta manera aumentar la cohesión social en los barrios.

Otro tema destacado durante las entrevistas fue la importancia de la recuperación de espacios públicos. Respecto a este punto, la Defensoría del Pueblo alertó ya en el año 2017 la existencia de 22 puntos críticos de basura en la ciudad donde se arrojan residuos sólidos diariamente. Estos lugares se han convertido en focos infecciosos que constituyen un riesgo para la salud de la población (Defensoría del Pueblo, 2017). Cabe mencionar que de 200 toneladas de basura que produce la ciudad de al día, alrededor de un 25% de ellos no son recogidos. Una de las causas que afecta una recogida óptima de residuos es el mal estado o inoperatividad de la maquinaria de los municipios (SPDA, 2017). Sin embargo y para poder evitar este problema, es importante trabajar en la concientización de los ciudadanos para que no arrojen basura y participen activamente de las iniciativas de reciclaje y cuidado del medioambiente. Al respecto, cabe destacar que Piura fue una de las seis municipalidades provinciales fuera de Lima que comenzaron el 2010 con Programas de Segregación y Recolección Selectiva (MINAM, 2011). A su vez, la ciudad cuenta con programas como “Piura Recicla” o el “Programa Municipal de Educación Cultura y Ciudadanía Ambiental EDUCCA” con el fin de sensibilización en los temas de reciclaje, revaloración de residuos y educación ambiental. Junto con estas actividades, se recomienda que la ciudad trabaje en la definición de puntos de reciclaje y en planes de optimización de la recolección de residuos.

El tema respecto al patrimonio desaprovechado y descuidado también ha sido expuesto continuamente durante las entrevistas del City Lab Piura, en el cual gran

parte de los entrevistados destacaron el potencial del sector gastronómico y cultural de la zona. Una recomendación general se sustentó en la creación de espacios para el turismo gastronómico apoyados de la excelente calidad de los productos agrícolas generados en la misma región. Se menciona también la descentralización del Complejo de Mercado, así como la creación de una experiencia gastronómica desde la siembra a la mesa para así destacar la característica regional positiva que destaca esta ciudad. Se aconseja destinar esfuerzos para concretizar y fortalecer estos proyectos debido al gran potencial económico y social que pueden traer a la ciudad.

Respecto a los instrumentos de planificación urbana digitales, es esperable que la escasez de datos en Piura se vea mejorada, ya que se prevé que el MVCS cargue la información espacial generada de los nuevos Planes de Desarrollo Metropolitano en el portal GeoVivienda. Sin embargo, esto no garantizará que la ciudad cuente con un SIG a nivel local. Asimismo, la municipalidad hasta el momento no cuenta con el conocimiento técnico o recursos financieros suficientes para su utilización, mantenimiento, actualización o el análisis de la información espacial. Se recomienda implementar un sistema actualizada de información espacial que facilite el planeamiento urbano y ordenamiento territorial.

2.4.2 Agua



Inundaciones causadas por el fenómeno ENOS en 2017, en Piura (Figura 10).

El agua es uno de los recursos esenciales para generar y perpetuar la existencia de cualquier organismo vivo (OECD, 2019). En el caso de la región Piura, la ciudad se ha desarrollado a lo largo del río del mismo nombre, el cual nace en la divisoria de la cuenca del río Huancabamba, cruza el área metropolitana, y sigue fluyendo aguas abajo hasta desembocar en el Océano Pacífico a través del Estuario de Virrilá, sumando una longitud total de 280 km. No obstante, a causa del bajo índice de precipitación, su caudal es mínimo la mayor parte del año. Conjuntamente, este río exhibe una calidad desfavorable debido a diversos factores, por lo que históricamente no ha sido posible utilizar este recurso eficientemente. Por lo cual, los piuranos han buscado soluciones alternativas a esta problemática, como la construcción de la unión hidráulica entre la Cuenca Chira y la Cuenca Piura, con el fin de captar agua para su potabilización y posterior distribución a las diferentes áreas de la región. Además, el recurso hídrico es esencial para la actividad económica principal de la región, la agricultura, cuyo consumo de agua es el más elevado de todos los sectores productivos a nivel mundial (Proyecto Especial Chira Piura, 2019).

Aunado a esta situación, la región se ubica geográficamente dentro de un bioma desértico, lo que conduce a una condición desfavorable en términos de aseguramiento del recurso hídrico⁷. En contraste, su ubicación la hacen vulnerable ante fenómenos meteorológicos como el FEN, detallado en el capítulo 2.2, que en el año 2017 afectó a 464,974 habitantes y sus viviendas en el Departamento de Piura (INDECI, 2017), como se puede observar en la Figura 11. Cabe mencionar que se estima que este fenómeno natural ocurre desde hace cuarenta mil años (MINAM, 2014).

Desarrollos clave y Status Quo en el sector

Como se mencionó previamente, uno de los objetivos de la gestión de los recursos hídricos es su

⁷ Si bien no fue posible encontrar un dato concreto para la disponibilidad de agua, los expertos entrevistados hicieron hincapié respecto a la escasez de agua de la ciudad.

potabilización y distribución a los sectores urbanos y rurales. En este contexto, de acuerdo con el Estudio de pre-inversión de factibilidad del proyecto “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Producción, Almacenamiento y Distribución Primaria de Agua Potable de los distritos de Piura y Castilla, Provincia y Departamento de Piura”, publicado por el MVCS en el 2015, sólo el 80% de las muestras cumplieron con los estándares nacionales de calidad de agua potable, establecidos y fiscalizados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) (MVCS, 2015), lo que acentúa la necesidad de mejorar el manejo del recurso hídrico, que tiene implicaciones en el proceso de tratamiento de agua, ya que éste depende de la calidad de agua a tratar.

VISIÓN, DESAFÍOS Y SOLUCIONES EN EL SECTOR AGUA

VISIÓN FUTURA

CIUDAD RESILIENTE CON UN ENFOQUE INTEGRADO DEL MANEJO DEL AGUA BAJO LA ARTICULACIÓN EFICIENTE ENTRE LOS DIFERENTES NIVELES GUBERNAMENTALES, PRIVADOS, ACADÉMICOS Y SOCIALES.

DESAFÍOS

- Manejo ineficiente del recurso hídrico.
- Baja calidad en el agua de consumo humano.
- Resiliencia ante los fenómenos atmosféricos y cambio climático.
- Control de inundaciones y falta de sistemas eficientes de drenaje pluvial urbano.
- Mala articulación entre los distintos niveles de gobierno, privado, académico y social.

SOLUCIONES

- Plan maestro de manejo del recurso hídrico con enfoque multisectorial.
- Mejora en los sistemas de tratamiento de agua potable.
- Restauración de los espacios verdes y humedales naturales.
- Optimización de sistemas de alerta temprana y de respuesta rápida ante desastres naturales.
- Construcción de sistemas de drenaje pluvial y defensas contra inundaciones.
- Promover mesas de trabajo concertadas con capacidad de decisión.

En cuanto a la gestión del agua, el margen operativo, que se entiende como la diferencia entre el costo de potabilización y suministro del agua y la recaudación mediante el pago de los usuarios, en 2018 la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS) Grau, reporta una cifra de 43%, lo que por un lado resulta preocupante, se considera una oportunidad con gran potencial de mejora en lo que concierne al porcentaje de agua no facturada, ya que el 50.31% del agua suministrada no se factura, es decir, cierto volumen de agua se pierde a través de derrames, fugas, robo o uso ilegal, antes de que llegue al usuario final.

También se analiza la antigüedad del sistema de drenajes, ya que esta afecta en la aparición de grietas en las tuberías, lo que conduce a mayor riesgo de pérdidas físicas de agua a través de fugas o incluso, infiltración de aguas foráneas que pudieran estar contaminadas. De acuerdo a este sistema, se establece en el PDM que las tuberías tienen una antigüedad de 40 a 50 años, aproximadamente. Dicha antigüedad es clasificada como aceptable, más no óptima. En total, la red de distribución tiene una longitud de 920 km, de los cuales, 257 km son de acero y la diferencia está construida en PVC⁸. De igual forma, este documento indica que existen algunas casa-habitaciones sin servicio de drenaje, representando un déficit del 37% de todos los hogares en el área metropolitana de Piura (MVCS, 2020).

En el tema de saneamiento, el acceso al servicio sanitario es un indicador de suma relevancia para definir parte del perfil de una ciudad. Dentro de esta definición se incluyen la red pública de desagüe dentro de la vivienda, la red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación, el pozo séptico, tanque séptico o biodigestor, la letrina, y el pozo ciego

o negro (UNICEF & WHO, 2015). De acuerdo con el Perfil Sociodemográfico del Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú, en Piura se cuenta con una cobertura de saneamiento del 94.1% (INEI, 2017). Esta cifra corresponde a la clasificación "óptima", como se indica anteriormente. Cabe mencionar que, de este porcentaje de habitantes con acceso a un sanitario, solamente el 66.4% está conectado a la red pública de desagüe dentro de la vivienda

Actores clave, estructura gubernamental y política

En materia del manejo del agua a nivel nacional, los organismos de gobierno relacionados son el MINAM, el MVCS, y el MINAG (Gobierno del Perú, 2014). Adscritos de estos organismos, son de relevancia para el sector del agua 1) la Autoridad Nacional del Agua (ANA), que representa la máxima entidad técnico normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, 2) el SENAMHI, que se encarga de generar y proveer información y conocimiento meteorológico, hidrológico y climático, y 3) el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), que funge como gestor de la prestación de servicios de saneamiento (Gobierno del Perú, 2020).

El marco legal del manejo de recursos hídricos se basa principalmente en el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley No. 29338, emitido por la ANA (2010). Dicho documento estipula que el recurso pertenece a la Nación y que no existe la propiedad privada sobre éste. Para el caso de la región Piura, el comité pertinente es el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Chira-Piura. Referente al suministro de agua potable y de saneamiento, en la República del Perú se brindan los servicios de potabilización, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Servicios de Saneamiento (Gobierno del Perú, 2020), a través de las EPS, quienes estarán dirigidas por la OTASS. En Piura, la entidad correspondiente es la EPS Grau., que es una empresa municipal de derecho privado, la cual aún no se adecua a los lineamientos dispuestos por la OTASS.

8 PVC se refiere a cloruro de polivinilo (PVC o vinilo), material económico y versátil que se utiliza en una variedad de aplicaciones, como edificación y construcción, instrumentos del área de la salud, electrónica, automóviles y otros sectores. Generalmente los productos van desde tuberías y revestimientos, entre otros.

INDICADORES DIAGNÓSTICO DEL SECTOR DE AGUA EN PIURA (TABLA 2).

INDICADOR	VALOR PARA PIURA	DESAFÍOS Y SOLUCIONES
Consumo de agua (EPS Grau, 2018)	130 L/D/CAPITA CONSUMO ANUAL DE AGUA PER CÁPITA DE LAS PERSONAS CUYOS HOGARES TIENEN CONEXIÓN DE AGUA A LA RED DE LA CIUDAD	Uno de los indicadores con mejor categorización es el "Consumo de agua", que se encuentra dentro del rango recomendado por el Banco Interamericano de Desarrollo (120-200 L/d/cápita).
Cobertura del drenaje pluvial (Consortio de Inundaciones, 2019)	40% PORCENTAJE DE LA CIUDAD QUE TIENE UN SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES	El actual sistema de drenaje pluvial sólo cubre el 40% del desfogue del agua de lluvia de los distritos de Piura Metropolitana, lo que genera cuencas ciegas en gran parte de la ciudad, volviendo a la población vulnerable. Se requiere un plan maestro de drenaje pluvial articulado para la ciudad, teniendo en cuenta infraestructura verde y gris.
Muestras de agua que cumplen con los estándares nacionales de calidad del agua potable (MVCS, 2015)	80% DEL TOTAL DE MUESTRAS DE AGUA CUMPLEN CON LOS LMP	Aunque es un valor considerado como crítico por el BID, el MVCS plantea cumplir con el 100% para el 2036. Esto implica grandes inversiones por parte del gobierno en el largo plazo.
Margen operativo del suministro de agua potable (EPS Grau, 2018)	- 43% DIFERENCIA ENTRE EL COSTO DEL SUMINISTRO DEL AGUA Y LAS TARIFAS RECAUDADAS	El valor negativo implica que los costos operativos son mayores a la inversión en operación y mantenimiento que recibe el sistema de abastecimiento de agua potable. Requiere la ejecución de proyectos de optimización del sistema.
Agua no facturada (EPS Grau, 2018)	50.31% RELACIÓN DEL AGUA NO FACTURA Y EL SUMINISTRO TOTAL DEL AGUA	El agua no facturada se refiere al agua producida que "se pierde" en la red antes de llegar al cliente, debido a la antigüedad del sistema, robo o uso ilegal, lo que repercute en un mal servicio de parte de la empresa que administra el agua por falta de ingresos.

Potencial de contribución a la adaptación y mitigación al Cambio Climático

Piura se muestra intrínsecamente vulnerable ante el cambio climático, debido en gran medida a su geolocalización. Los expertos auguran que el FEN no provocará lluvias más intensas que generen flujos en el río Piura mayores a los que se han visto en ocasiones anteriores. Sin embargo, se pronostica un incremento

en la frecuencia de dichas lluvias que han ocasionado flujos cercanos a los 4,000 m³/s en el río. Este último valor se refiere a un caudal extremadamente alto y con gran riesgo de desbordamiento, considerando que el caudal máximo del FEN 1983 (mega niño) que fue de 3200 m³/s (Callañaupa Tocto, 2021).

Después de realizar un análisis sectorial, incluyendo

las entrevistas realizadas a los actores relevantes del sector agua, algunos están convencidos de que, para reducir el riesgo de inundación, o por lo menos reducir de manera importante los daños ocasionados durante el FEN, es imperativo actualizar y mejorar el manejo del río Piura, incluyendo embalses artificiales aguas al norte de la ciudad, para poder controlar el flujo de éste. Sin embargo, este tipo de proyectos están fuera del alcance temporal y jurisdiccional del proyecto City Lab Piura.

Por otro lado, Piura tiene un gran potencial para beneficiarse de las NBS y no únicamente en el sector agua, ya que estas técnicas de infraestructura azul y verde aportan a la adaptación y mitigación ante el cambio climático, promoviendo a su vez un desarrollo urbano sostenible. Por ejemplo, en el contexto de Piura, la implementación de un parque inundable a lo largo de la ribera del río Piura o un parque de bambú cerca de las lagunas de oxidación fueron identificados como proyectos interesantes para la ciudad, además de los beneficios sociales que aporta el tener una mayor cobertura de áreas verdes en el entorno urbano, por ejemplo, el mejoramiento de la calidad de aire y la mitigación de las islas de calor urbanas.

Pasando a soluciones más técnicas, un proyecto con gran potencial para Piura se basa en la implementación de sistemas descentralizados de tratamiento de aguas residuales que tienen la gran ventaja de facilitar el reúso planeado del agua tratada in situ para el riego de áreas verdes. Asimismo, se puede pensar en desarrollar la digitalización del sistema de suministro de agua para la identificación y reparación de fugas y así poder reducir las pérdidas de aguas, contribuyendo también a la disponibilidad de agua.

La reducción de emisiones de GEI también puede lograrse desde el sector agua, por ejemplo, al incorporar un sistema de captación del metano producido en las lagunas de oxidación. En ese mismo contexto, otra propuesta con un enfoque aún más holístico es desarrollar el nexos agua-energía-alimentos, en el que

Piura tendría la oportunidad de seguir un modelo económico innovador y sustentable representado por la ecología industrial. En este modelo se buscaría reducir los “desechos” producidos en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y aprovecharlos en la agricultura y/o en áreas verdes, logrando de esta manera un sistema más eficiente y responsable con el medio ambiente. Adicionalmente, en el sector agrícola también se puede pensar en la optimización de los sistemas de riego para reducir el consumo de agua.

2.4.3 Energía

Desarrollos clave y Status Quo en el sector

La sociedad moderna consume grandes cantidades de energía, por ello, la industria energética constituye un pilar fundamental del desarrollo de cualquier país. La energía es esencial para el desarrollo económico y social, brindando servicios básicos como acceso a la electricidad, movilidad, climatización, refrigeración, motores y procesos industriales, etc. Asimismo, el sector energético es, a nivel global y nacional, responsable de más de dos tercios de las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular CO₂, representando un gran reto ante la mitigación del cambio climático.

La producción nacional de energía tiene un crecimiento promedio anual 2009-2018 de 6%. En término del consumo final de energía a nivel nacional, el consumo se concentra principalmente en el sector transporte (46%), seguido del consumo industrial y minero (27%) y del consumo residencial, comercial y público (25%).

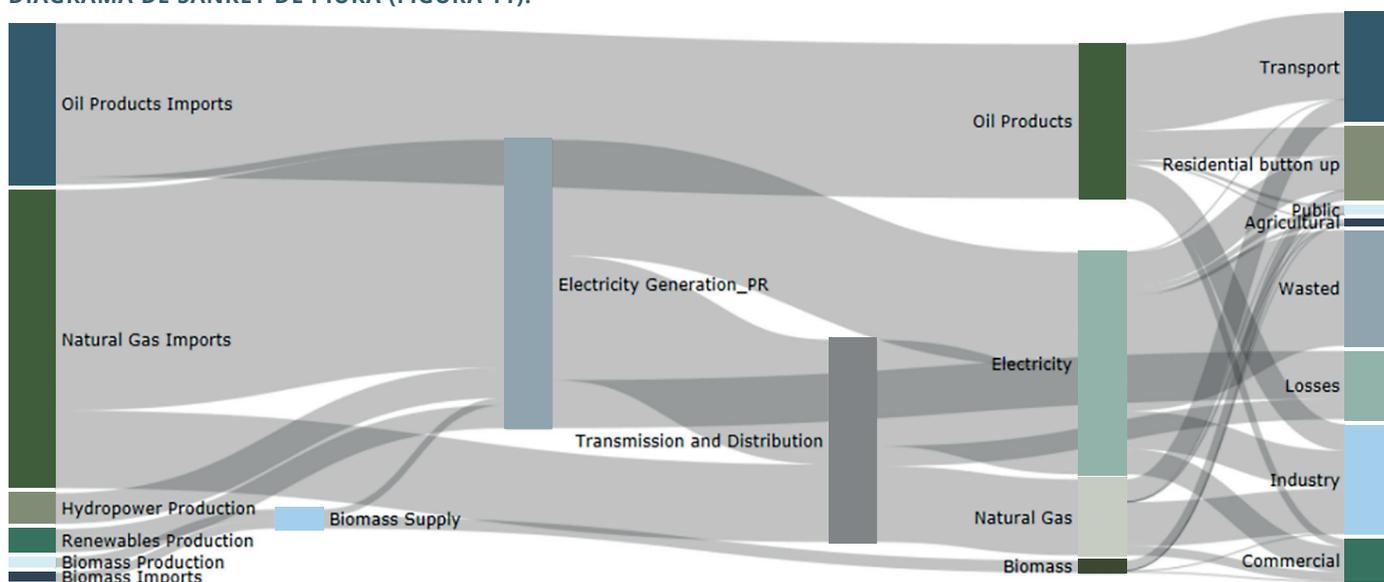
A nivel urbano, existe un claro desafío en la recolección de datos energéticos, ya que los sistemas de información estadística se centran casi exclusivamente a nivel nacional, particularmente en los Sistemas de Balances Energéticos y el sistema económico de Cuentas Nacionales. Para tener una mejor visión del consumo energético en la ciudad de Piura, en el contexto de este proyecto, se ha desarrollado un modelo energético de

simulación, con el cual se busca estimar el consumo energético y las emisiones de GEI la ciudad y tener una base para planificar alternativas energéticas y medioambientales a largo plazo.

Basado en este modelo, se estima un consumo energético total en Piura de alrededor de 700 GWh en el año 2000 y creciendo a aproximadamente 1,900 GWh en 2018. En este año, se distribuye con el 31% en el sector transporte, 31% en sector industria, 21% en el sector residencial, 12% en el sector comercial, 2% en el sector público y 2% en el sector de agricultura (Figura 12). Asimismo, se estima que el sector transporte y el sector de comercio han incrementado sustancialmente en la última década. Utilizando las tasas de crecimiento de variables socioeconómicas históricas (número de hogares, habitantes, urbanización, etc.), así como del crecimiento del valor agregado por subsectores económicos (comercio, industria, agricultura, etc.), se estima que los sectores de transporte y comercio tendrán un crecimiento más pronunciado que otros sectores y llegarán a jugar un rol central en el consumo energético de Piura en las siguientes décadas.

En el sector energético, Piura tiene una participación del 5% en el consumo de energía nacional. La región se caracteriza por un bajo nivel socioeconómico y falta de acceso a servicios energéticos de calidad, con 5% de la población sin acceso a servicio eléctrico en la zona urbana y un grado más alto en particular en zonas rurales y usos informales de energía, como el uso de la leña (Tabla 3). En áreas rurales, existe una carencia de acceso a la electricidad, ya que la electrificación rural no es rentable. Esto se debe, en gran medida, a que requieren altas densidades urbanas para que las inversiones en redes eléctricas sean económicamente beneficiosas. Si bien es cierto, se han hecho redes eléctricas en zonas rurales, los niveles de potencia utilizados han sido bajos, creando un reto hacia el suministro confiable fuera de las zonas urbanas. Asimismo, el crecimiento rápido e informal de la ciudad genera un desafío hacia la planeación y el desarrollo de infraestructura de servicios básicos, incluyendo el suministro de electricidad. Prueba de ello es que la leña aún tiene un alto nivel de participación para la cocción y calentamiento de agua en Piura, con aprox. 45 mil de los 150 mil hogares (30%) en Piura utilizan leña para cocinar y 10 mil hogares (6%) emplean leña

DIAGRAMA DE SANKEY DE PIURA (FIGURA 11).



Elaboración propia basada en modelo energético.

INDICADORES DE DIAGNÓSTICO DEL SECTOR ENERGÍA EN PIURA (TABLA 3).

INDICADOR	VALOR PARA PIURA	DESAFÍOS Y SOLUCIONES
Demanda total de energía per cápita (Cálculo propio)	3,400 KWH/A/CAP EN 2018	Aunque estos valores son bajos comparados con otros países a nivel internacional, reflejando el moderado nivel socioeconómico en Piura, el crecimiento económico hará que estos valores incrementen substancialmente al futuro. La implementación de medidas de eficiencia energética, así como el suministro de energía por medio de energías renovables son dos estrategias clave para reducir el consumo energético y las emisiones de CO ₂ . Esto puede traer muchos beneficios adjuntos más allá del ahorro de energía y emisiones de CO ₂ . Entre ellos, pueden reducir los gastos de electricidad para los hogares, las industrias, el comercio y el sector público, pueden generar empleos locales, pueden reducir la contaminación local y mejorar la calidad del aire, pueden crear actividades que impulsen el crecimiento económico de la región, entre muchos otros
Emisiones de CO₂ per cápita (MINAM, n.d.)	2.8 T CO ₂ EQ/A/CAP EN 2018	
Demanda de electricidad del sector residencial per cápita (Cálculo propio)	340 EN 2018	
Hogares utilizando leña (MINAM, n.d.)	30% PARA COCINAR 6% PARA CALENTAMIENTO DE AGUA	

para calentamiento de agua. Esto representa un severo riesgo de salud para la población de escasos recursos. La Organización Mundial de Salud estima que, a nivel global, cada año, cerca de 4 millones de personas mueren prematuramente por enfermedades atribuibles a la contaminación del aire en los hogares, en particular enfermedades cardiovasculares y pulmonares, debido a prácticas de cocinas tradicionales con leña y queroseno (WHO, 2021).

En consecuencia en la ciudad se han implementado programas para incrementar la eficiencia energética a través de la modernización del sistema de alumbrado público mediante la sustitución de sus luces metálicas cerámicas por tecnología LED o de ahorro energético. Asimismo, como parte del Programa Fotovoltaico que impulsa el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) se han implementado por ejemplo la instalación de paneles solares para llevar electricidad a las poblaciones rurales de la región o el parque eólico en Talara. A pesar de los esfuerzos, estas acciones solo

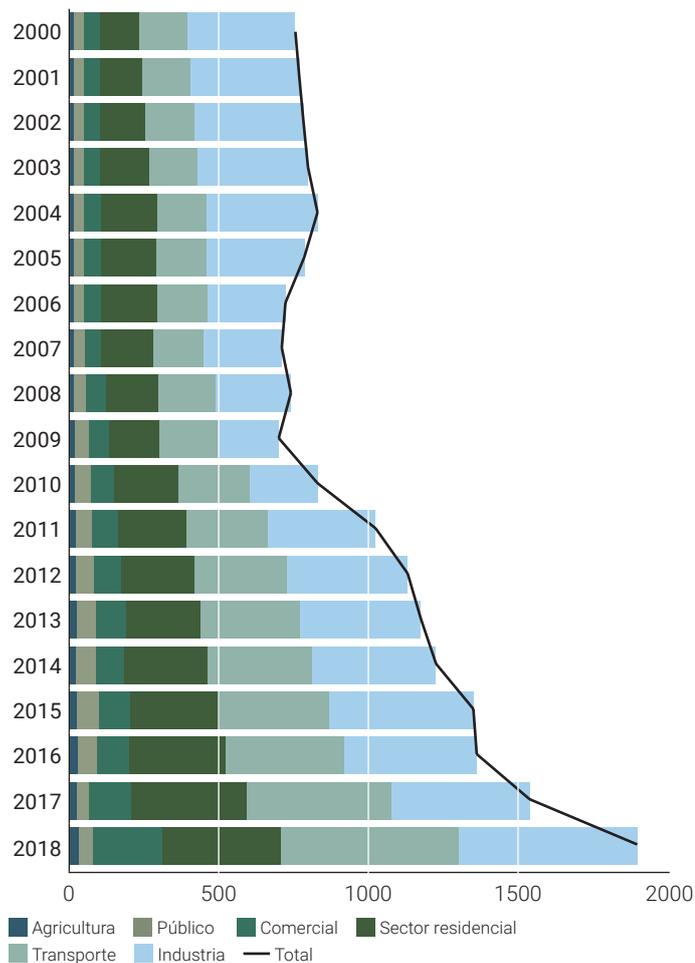
representan una fracción insignificante (<1%) del suministro energético de la región.

Actores clave, estructura gubernamental y política

La jurisdicción del sector energético queda en gran medida regida a nivel nacional. En términos de actores clave, el MINEM y el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) son las dos entidades más importantes responsables de la implementación del marco regulatorio y del cumplimiento de las regulaciones del sector energético y minero del Perú. Sin embargo, no son las únicas instituciones, en el sector eléctrico intervienen varios organismos públicos que cumplen diferentes roles, entre las cuales se encuentran, la Agencia de Promoción de la inversión Privada, que tiene la responsabilidad de ser promotor de inversiones, el Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado – COES SINA, que hace las veces de coordinador del sistema eléctrico

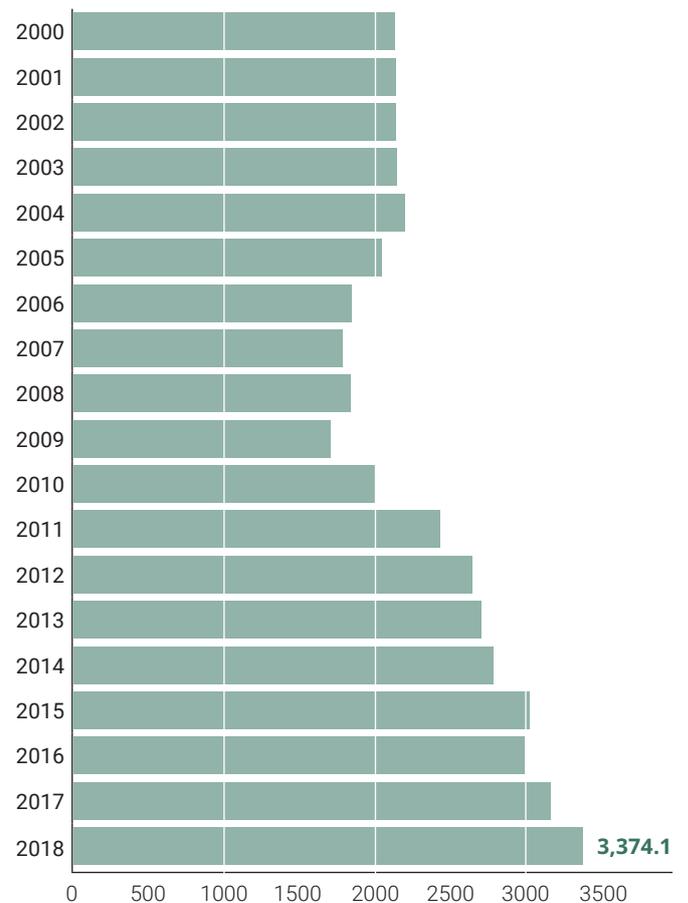
CONSUMO DE ENERGÍA Y ELECTRICIDAD EN CIUDAD DE PIURA. (FIGURA 12).

Consumo de energía GWh en la ciudad de Piura 2000 – 2018



Fuente: Modelo energético LEAP de la ciudad de Piura.

Consumo de energía kWh per cápita en la ciudad de Piura 2000 – 2018



El servicio de electricidad en Piura (distritos de Piura, Veintiséis de Octubre y Castilla) está a cargo de la empresa concesionaria de comercialización y distribución eléctrica Electronoroeste S.A. (ENOSA), sujeta al régimen de la actividad privada y gestionado bajo el ámbito del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE) (ENOSA, n.d.). En vista de la falta de regulación en materia de eficiencia energética, ENOSA puede en particular jugar un papel fundamental a nivel local, desarrollo de proyectos pilotos y de esta manera

contribuyendo a la definición del marco legal para las energías renovables y generación distribuida. Además, existen algunos proyectos relacionados al uso de energías renovables por parte del sector académico (UDEP), por lo que se considera un actor clave para impulsar la generación de nuevas fuentes de energía.

The potential for contributing to climate change mitigation and adaptation

En términos de potencial a la mitigación al cambio

climático en el sector energético, se identifican grandes oportunidades para explorar tanto a nivel local, como a nivel nacional.

En el sector eléctrico, se presenta la posibilidad de aprovechar tanto de energía solar, eólica, así como hidráulica, con más de 60 GW de potencia todavía disponibles. Esto es de particular relevancia considerando el rápido crecimiento de económico de Piura, el cual va mano a mano con un crecimiento de demanda de electricidad y combustibles. Por ejemplo, la demanda de refrigeración en la agroindustria juega cada vez un mayor papel, por el rápido crecimiento del mismo sector. El crecimiento de la actividad económica lleva a también a un elevado uso de movilidad individual, así como de aparatos electrodomésticos, aires acondicionados, etc., que incrementan sustancialmente la demanda de energía por habitante. En los últimos años, los costos del equipo de energías renovables, en particular de equipos fotovoltaicos, han bajado sustancialmente. Las instalaciones de paneles solares son ya rentables, si es factible financiar el equipo a bajo costo⁹.

Asimismo, la eficiencia energética puede reducir considerablemente las emisiones de CO₂ en todos los sectores de consumo, así como en el suministro de energía. En el sector público, la reducción de pérdidas de transmisión y distribución de energía eléctrica de 12% a través de un mejoramiento de las redes y la reducción del uso clandestino de electricidad puede reducir considerablemente las emisiones de CO₂.

VISIÓN, DESAFÍOS Y SOLUCIONES EN EL SECTOR ENERGÍA

VISIÓN FUTURA

LA VISIÓN DE PIURA ES TENER UNA CIUDAD CON SUMINISTRO DE ENERGÍA CONFIABLE, SOSTENIBLE Y EQUITATIVA, PARA LOGRARLO HAY QUE ENFRENTAR LOS SIGUIENTES DESAFÍOS.

DESAFÍOS

- Mejorar el suministro de electricidad y el acceso moderno de energía, en particular en áreas rurales, como precondition para cubrir necesidades básicas y reducir la pobreza y desigualdad de la región.
- Carencia de normativa para la implementación y uso de energía renovables, puesto que esta carencia de normativa impide el uso de estas tecnologías.
- Falta de conciencia y sensibilización respecto al consumo y ahorro energético.

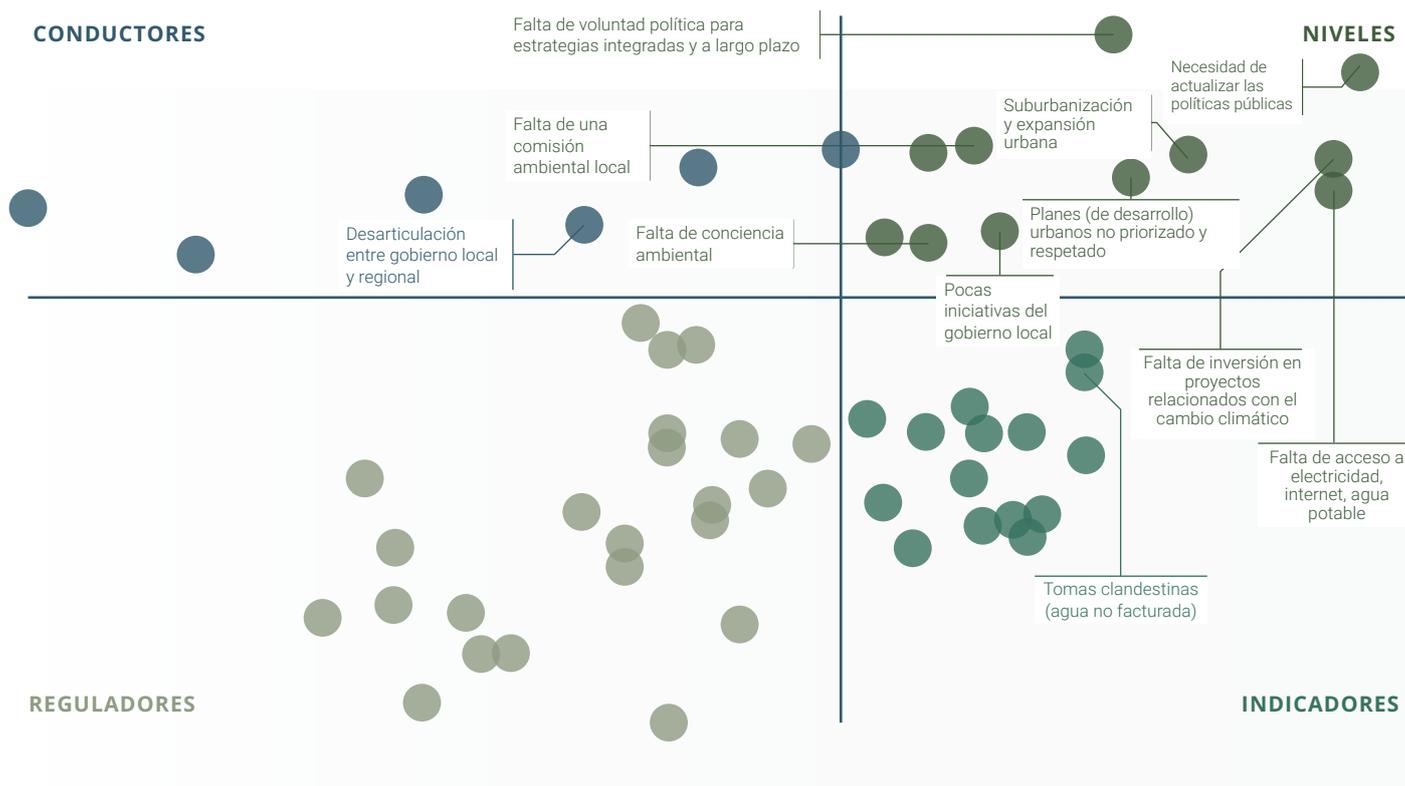
SOLUCIONES

- Aprovechar principalmente la potencial solar y fomentar el uso de tecnologías de ahorro de energía.
- Diseño e implementación de normativa para la implementación y uso de energía renovables.
- Integración de la planeación urbana con la planeación de movilidad, con el fin de densificar la ciudad e integrar oportunidades de movilidad no motorizada al entorno urbano.
- Integración de la planeación urbana con la planeación de expansión de redes eléctricas, con el fin de densificar la ciudad y permitir el acceso formal al suministro de electricidad, con redes modernas y bajas pérdidas de transmisión.
- Incorporar vegetación verde al entorno urbano, para evitar el efecto de isla de calor, que puede llevar a un consumo alto de electricidad para climatización en el futuro.
- Incrementar la conciencia de desarrollo sostenible, ya que la implementación y el uso de medidas de protección al medio ambiente requerirá el apoyo de la sociedad civil.

⁹ Debido a la alta intensidad de capital de equipos renovables, la rentabilidad de proyectos es muy sensible a las tasas de interés para financiar el equipo, resaltando el rol del acceso a esquemas de financiamiento para la realización de dichos proyectos.

3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

FACTORES DE IMPACTO DE LA CIUDAD DE PIURA. (FIGURA 13).



Sobre la base de más de 30 entrevistas con las partes interesadas locales, la evaluación in situ de Piura reveló un total de 87 factores de impacto que tienen una influencia sustancial en el desarrollo urbano y que buscan sistemáticamente entender los elementos únicos y característicos de la ciudad.

Utilizando el modelo de sensibilidad de Frederic Vester, un análisis cruzado de estos factores distinguió cuatro categorías diferentes: impulsores, palancas, indicadores y amortiguadores. Los impulsores tienen el potencial de impulsar el cambio y se mantienen estables durante más tiempo, sin embargo, suelen ser resistentes al cambio. Las palancas tienen un alto impacto en muchos factores, y también están influenciadas por muchos otros. Entre ellos se encuentran los factores cruciales que hay que abordar para transformar el sistema en la dirección deseada. Los indicadores tienen poca influencia en unos

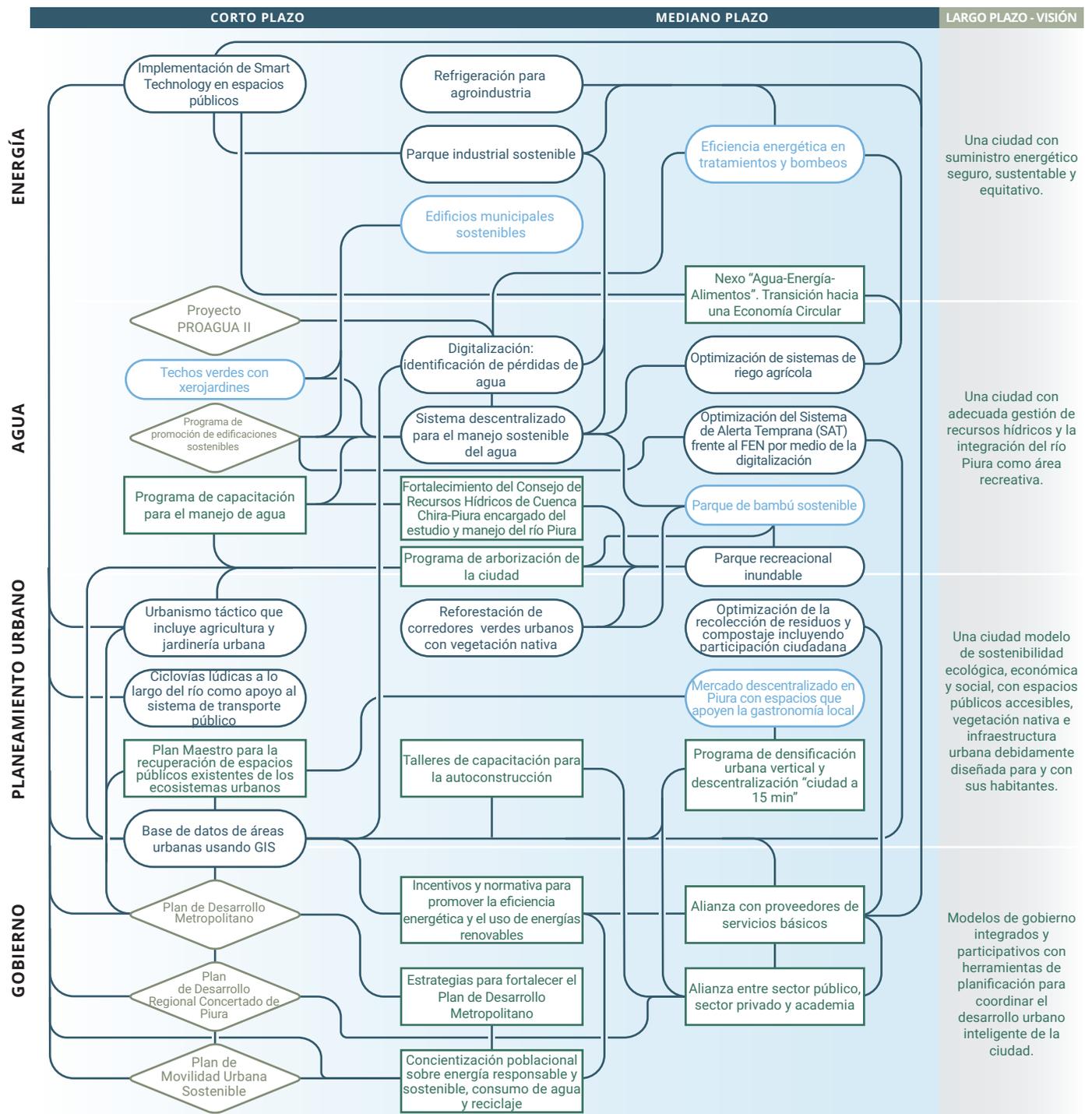
componentes, pero están fuertemente influenciados por otros. Por último, los amortiguadores son relativamente inactivos en ambas direcciones.

Un análisis exhaustivo de los factores de impacto más cruciales dio lugar a los siguientes campos de intervención para el sistema de la ciudad de Piura, y que se relacionan entre sí:

- Necesidad de actualizar las políticas públicas / Instrumentos de planificación urbana antiguos e inespecíficos.
- Falta de acceso a los servicios básicos / Tomas clandestinas.
- Falta de inversión en proyectos relacionados con el cambio climático.
- Falta de una comisión medioambiental / Pocas iniciativas a nivel local / Falta de inversión en proyectos relacionados con el cambio climático.
- Falta de concienciación medioambiental.

4. HOJA DE RUTA: MAPA DE MEDIDAS Y ESTRATEGIAS

4.1. HOJA DE RUTA DE LA ESTRATEGIA



- Proyectos tangibles, 12 proyectos pre-seleccionados.
- Planes o medidas que formaban parte de las ideas del proyecto pero que no son proyectos tangibles.
- Proyectos o planes actuales que la ciudad está desarrollando y son relevantes para los proyectos en las hojas de ruta.
- Proyectos tangibles, sin más detalles.

La hoja de ruta se elaboró a partir del análisis y evaluación de las tres primeras fases del proyecto, como se muestra en el capítulo 1. Se trata de una cartera de proyecto que pretenden abordar los retos identificados, apoyándose en las oportunidades y construyendo a la consecución de una visión a largo plazo en los distintos sectores para impulsar el desarrollo sostenible en Piura. La hoja de ruta es una representación gráfica de las ideas de proyectos y muestra la complejidad de las relaciones entre ellos y otros aspectos relevantes como los planes actuales que la ciudad viene desarrollando. De igual manera, ilustra la ejecución transversal e integrada de los proyectos.

Las ideas de proyectos han sido ordenadas en un posible marco temporal de aplicación, es decir, a corto y mediano plazo. Al mismo tiempo, los proyectos están organizados en tres categorías. La primera categoría incluye proyectos que implican intervenciones físico-tangibles. Éstos se representan en los recuadros con forma de óvalo. La segunda categoría corresponde a los proyectos de planificación, como medidas, estudios, capacitaciones, planes directores o eventos, que en algunos casos son relevantes para la ejecución de los proyectos de la primera categoría. La segunda categoría está representada por las casillas con forma de rectángulo. En tercer lugar, los proyectos o planes que la ciudad está desarrollando actualmente se representan en las casillas con forma de diamante. De los proyectos de la primera categoría, se han seleccionado 12 proyectos para desarrollarse en el marco del City Lab Piura. Una breve descripción de estos puede encontrarse en la sección 4.2 Medidas Sugeridas.

Los proyectos situados en la parte izquierda del gráfico, son los que, en términos generales, pueden ponerse en marcha más fácilmente en un periodo corto de tiempo. Por ejemplo, cabe mencionar la implementación de una base de datos de áreas urbanas usando SIG, un proyecto que trabajaría de la base de la cartografía levantada por durante el desarrollo del último PDM, por lo que podría utilizar una gran parte de la de la información ya levantada para este fin. Se requerirían esfuerzos en la creación de la base y uniformización de datos. Este proyecto sirve como base para el desarrollo de otros proyectos, por lo que se recomienda priorizarlo. Además, el proyecto podría aportar a la

creación de capacidades para el uso de tecnologías de información que resultan útiles en otros ámbitos, entre ellos se tiene el mapeo de zonas sin acceso a servicios básicos de manera que se pueda gestionar la acción correspondiente, analizar la eficiencia del agua, entre otros. Este proyecto requeriría el apoyo de los municipios distritales, como del MVCS quien estuvo a cargo del PDM, entre otros. Otro ejemplo de este tipo de proyectos es el programa de arborización urbana, cuyo objetivo es mitigar las emisiones de GEI mediante la absorción de los árboles, que pudiese comenzar como una intervención pequeña dentro del municipio, presentando la posibilidad de aunar esfuerzos con campañas de concientización medioambiental. Además, esta intervención podría contemplar un programa de participación y empoderamiento ciudadano, con la posibilidad de replicarse rápidamente en otras zonas de la ciudad. A su vez, el programa se podría combinar con las intervenciones de urbanismo táctico para lograr un gran impacto a menor costo y tiempo.

En la parte derecha del gráfico se encuentran los proyectos que requieren más tiempo, más recursos, e infraestructuras para su ejecución. Es el caso de la reforestación de corredores verdes urbanos con vegetación nativa, que contempla intervenciones en las vías de transporte en el borde del río, involucrando al sector transporte, considerando sistemas de movilidad sostenibles; sector agua, para mejorar el manejo y control del flujo del río; y sector planificación urbana para la relocalización de la población que habita en el área de intervención, entre otros. Por tanto, requeriría de mayor tiempo, recursos y organización para su ejecución e implementación.

En síntesis, la hoja de ruta sirve de guía para que la ciudad ejecute los proyectos de forma oportuna y articulada, logrando así las visiones a largo plazo mediante intervenciones que cubran las diferentes necesidades y áreas de la ciudad. Estos proyectos engloban esfuerzos para hacer de Piura una ciudad inteligente y que se adapte de una mejor manera al cambio climático. Si bien gran parte de ellos pueden ser liderados por el municipio, las ideas de proyecto pueden ser implementados por otros actores locales interesados..

4.2. MEDIDAS SUGERIDAS

En este capítulo se presentan los 12 proyectos que se han seleccionado en un proceso formal, teniendo en cuenta la información recibida durante el taller de las partes interesadas en Piura en mayo 2021, así como también talleres internos con los socios locales del proyecto. Como algunas de las ideas de proyecto iniciales abordaban cuestiones similares, se han combinado en una sola propuesta de proyecto.

Sistema descentralizado para manejo sostenible del agua

Debido a su ubicación, Piura se consolida como una región desértica, las fuentes naturales de agua son escasas, tanto subterráneas, como atmosféricas (lluvia). Este factor conduce a la necesidad de un manejo adecuado del recurso. No obstante, la gestión del ciclo del agua en la ciudad es deficiente, causado por una falta de planificación hacia un desarrollo sostenible y por el uso irresponsable de este recurso (ej. utilización de agua potable para irrigación de áreas verdes). De esta manera, el proyecto busca implementar sistemas descentralizados de tratamiento de aguas residuales para aportar a la disminución del consumo de agua potable irresponsable (aplicaciones donde no es necesario suministrar agua con calidad para consumo humano). El sistema descentralizado para manejo sostenible del agua plantea motivar al sector privado y a la sociedad a implementar este tipo de metodologías como un medio de orientación hacia una Economía Circular, es decir, incrementar el interés de replicación en otras áreas. Aunado a esto, al implementar este tipo de sistemas se busca fomentar el uso responsable del agua y se contribuirá a la concientización de la ciudadanía acerca de estos temas

Reforestación de corredores verdes urbanos – Arborizar la ciudad

Este proyecto contribuye a mitigar las islas de calor y generar microclimas con la finalidad de reducir el consumo energético en la ciudad y mejorar el confort térmico. Al mismo tiempo contribuye a contrarrestar las emisiones de CO₂, y representa una oportunidad para potenciar el uso de moviidades sostenibles. Por tanto, se plantea intervenir en las principales avenidas de la ciudad de Piura con el objetivo de aumentar la capa vegetal urbana. De este modo no sólo se mejora la calidad de vida de los ciudadanos, sino que, además, se recupera las especies autóctonas, representativas en la región, y mejora el aspecto de la ciudad.

Catastro de áreas usando SIG

La idea de proyecto consiste en desarrollar una base de datos a través de una plataforma SIG, para recolectar información de la ciudad, y así llevar un control y registro ordenado del catastro de áreas públicas. De este modo, se convierte en un instrumento para mejorar la planificación urbana por medio de un catastro digitalizado que permita reducir las invasiones de tierras del estado que, por lo general, se asientan en zona vulnerables y del alto riesgo. Por otro lado, permitirá a las futuras autoridades municipales una mejor gestión de sus proyectos teniendo como base datos fiables. Además, este proyecto tiene el objetivo de garantizar la transparencia y eficiencia de los procedimientos públicos con respecto al manejo de tierras. De esta forma, utilizar el catastro de áreas por medio del SIG agiliza procesos, proporciona una información confiable de la cual la población se puede servir en un futuro, y permite llevar a la ciudad a un proceso de adaptación digital.

Optimización de la recolección de residuos y compostaje en Piura incluyendo participación ciudadana

Este proyecto promueve la recolección de residuos domésticos a través del proceso de la implementación de una política de selección y separación de residuos para optimizar procesos de reciclaje local, que a su vez permitan la posibilidad de utilizar los desechos orgánicos en métodos de compostaje sectorizados, cercanos a parques y escuelas que tengan a los ciudadanos de cada sector de la ciudad como los principales actores involucrados.

Con ello, se pretende contribuir a un entorno urbano con conciencia ambiental cuyos cimientos se basan en reutilizar parte de los residuos domésticos mediante el compostaje local. La finalidad de este proyecto radica en aportar sustrato orgánico a las áreas verdes de los distritos de Piura, Castilla y Veintiséis de Octubre.

En ese sentido, el principal desafío para la realización de este proyecto se sitúa en comprometer a la sociedad civil y a las autoridades para impulsar la selección de los residuos que pueden ayudar al reciclaje y el compostaje, de manera tal que se plantee un proyecto sostenible en el tiempo.

Digitalización e identificación de pérdidas de agua

Una de las principales problemáticas de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento en Piura es el alto porcentaje de agua no facturada. Esto puede deberse las fugas del suministro que ocasiona pérdidas físicas comunes relacionadas con carencia de infraestructura. Otro factor que cobra relevancia en Piura son la toma o conexiones clandestinas, o los denominados "by-pass" de los medidores de agua, que son prácticas típicas por parte de algunos grupos de ciudadanos. Por esta razón, este proyecto busca apoyarse en la digitalización y modernización del sistema actual de suministro de agua para mejorar la gestión de este recurso, al identificar eficientemente las pérdidas de agua. Asimismo, por medio de un control digital y de vanguardia, se pretende optimizar las acciones de mantenimiento de la red hidráulica y reducir el porcentaje de agua no facturada. Simultáneamente, esto podría representar una oportunidad para reinvertir los costos ahorrados, con la intención de mejorar el rendimiento del servicio a los ciudadanos. Indirectamente, cabe la posibilidad de incrementar la eficiencia energética relacionada con el tratamiento y transporte del recurso.

Optimización del Sistema de Alerta Temprana (SAT) frente al FEN por medio de Digitalización

Piura se muestra intrínsecamente vulnerable, ya que su ubicación longitudinal y latitudinal la exponen ante fenómenos meteorológicos de gran magnitud como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que se caracteriza por la ocurrencia de lluvias de alta intensidad. Aunado a este factor, los expertos pronostican que la frecuencia de estos sucesos incrementará como consecuencia del Cambio Climático. Por tal motivo, este proyecto se centra en la implementación de herramientas digitales (sensores, métodos de Machine Learning/Inteligencia Artificial,"apps") en el Sistema de Alerta Temprana (SAT) con la intención de incrementar el tiempo de reacción para evacuar oportunamente a los grupos de ciudadanos en zonas vulnerables, en consecuencia, aportar a la disminución del número de pérdidas humanas. Una de las consecuencias intrínsecas de la digitalización del proceso actual SAT es que permitirá a los grupos involucrados, como los equipos de contingencia, técnicos o la misma ciudadanía a adaptarse de una manera más eficiente ante los sucesos del Fenómeno El Niño (FEN) en Piura, al optimizar los canales de comunicación a través de herramientas digitales (apps).

Optimización de sistemas de riego agrícola

El recurso hídrico es esencial para la actividad económica que genera mayor cantidad de empleos en la región, la agricultura. No obstante, debido a su geolocalización en un bioma desértico, la disponibilidad del agua en Piura es baja, con una tendencia a exacerbarse debido a los periodos de sequía más prolongados causados por el Cambio Climático. Por lo tanto, este proyecto busca apoyar a la ciudad Piura a través de la optimización de los sistemas de riego agrícola por medio del riego tecnificado, buscando reducir el consumo de agua, los costos de operación, el consumo de energía en el transporte del preciado recurso y, por consiguiente, las emisiones de CO₂ relacionados con el transporte, bombeo y tratamiento de éste. Además, esta optimización es prometedora en términos de incrementos en los indicadores de producción, calidad y facilidad de las actividades para los operadores de los campos agrícolas. Asimismo, este tipo de sistemas presenta beneficios adicionales, como el uso optimizado de fertilizante.

Parque industrial sostenible

El sector industrial es uno de los más relevantes en cuanto a su impacto global en la sostenibilidad, desde la contaminación local hasta las emisiones de gases de efecto invernadero. El parque industrial Piura Futura y otros parques industriales de la región representan una oportunidad única para transformar las industrias de Piura hacia un modelo más sostenible. Al agrupar una serie de actores industriales en proximidad geográfica, los parques industriales sostenibles ofrecen la oportunidad excepcional de abordar una serie de actores industriales de forma organizada y simultánea y, por tanto, de transformar el sector industrial en su conjunto.

Implementación de tecnología inteligente (smart technology) en espacios públicos

Con la finalidad de convertir a Piura en una ciudad inteligente en los próximos años, se ha creído conveniente empezar con la incorporación paulatina de smart technology en diferentes puntos de la ciudad. Por tanto, se implementará y promoverá el uso de energías renovables y eficiencia energética en los servicios de espacios públicos. Los principales sectores a intervenir son: semáforos, cámaras de vigilancia, sensores de calidad ambiental, medidores, etc.

Parque recreacional inundable que incluye ciclovías lúdicas y reforestación de la ribera del río Piura

Este proyecto se sustenta en la recuperación de los bordes del río Piura mediante una propuesta que tome en cuenta tanto su potencial paisajístico como la condición de borde inundable que, sin duda, presenta esta zona de la ciudad.

Por esta razón, se toma en cuenta promover la ocupación del borde urbano del río Piura como un corredor natural que integre los distritos de Castilla y Piura a lo largo de un eje lineal programático que contemple usos urbanos de paseo, espacios de estancia, miradores, caminos con arboledas, ciclovías lúdicas y áreas al aire libre que invitan al ciudadano a realizar diversas actividades sociales tomando en cuenta la condición inundable que posee actualmente.

Para el proyecto, es necesario presentar un concepto que se adapte tanto a la condición urbana en épocas no inundables, como al escenario de inundación que se manifiesta en años lluviosos a causa del FEN.

Urbanismo táctico incluyendo huertos urbanos y parques de bolsillo

El proyecto a través del urbanismo táctico buscar transformar los espacios públicos de la ciudad de Piura, volviéndolos más amigables con el medio ambiente y agradables para la población. De esta forma, por medio de la inclusión de huertos urbanos y habilitación de parques de bolsillo, se busca reforzar la idea de una ciudad inclusiva y sostenible con el tiempo.

Parte de la propuesta es ofrecer oportunidades de trabajo a la población vulnerable, social y laboralmente excluida. Mediante herramientas de formación y capacitación, se forja un sistema de aprendizaje mutuo que es replicable en el tiempo. Aportando así al desarrollo local y apostando por el talento de la comunidad.

Se propone emplear sistemas de construcción viable, sostenible, de bajo costo, flexible; además de métodos de reutilización de aguas grises, ya que en la ciudad el recurso del agua representa otra problemática.

Con todo lo expuesto, se pretende lograr que existan espacios públicos de calidad para todos y que con el tiempo el radio de alcance sea más grande, abasteciendo a toda la ciudad.

Refrigeración y bombeo con energía solar fotovoltaica para la agroindustria

La economía regional de Piura está fuertemente basada en la agroindustria que crece y se expande rápidamente en la periferia de la ciudad. La logística alrededor de ella es compleja, puesto que implica la producción, el almacenamiento, el transporte a gran escala de productos agrícolas y las instalaciones de almacenamiento refrigerado representan una forma de conservar los productos agrícolas durante más tiempo. Además, el bombeo para el proceso agrícola requiere un suministro de energía, que a menudo no existe en las zonas remotas. Este proyecto propone el uso de la energía solar fotovoltaica para la refrigeración agrícola, el almacenamiento de alimentos y el bombeo de agua en zonas remotas.

5. CONCLUSIONES

Este informe resumido presenta los resultados del City Lab Piura como una de las tres ciudades piloto del proyecto Iniciativa Global de Ciudades Inteligentes Morgenstadt. Se describe el statu quo de Piura con respecto a su rendimiento en materia de sostenibilidad y resiliencia frente al cambio climático enfocados en los sectores agua, energía, y planificación urbana, presentando los desafíos más destacados del desarrollo urbano actual en Piura. El documento, además, explora las oportunidades de estos sectores que encierran un gran potencial para mejorar la resiliencia de la ciudad al cambio climático, soluciones y una visión de sostenibilidad para cada sector. Complementario a ello, el documento presenta una cartera de proyectos concretos desarrollados para que el municipio, junto con otras partes y actores interesados, puedan desarrollar y avanzar hacia los lineamientos de sostenibilidad definidos para la ciudad.

Al respecto, el análisis integrado, evaluación de los retos y potencial de mejora en cada sector, junto con la lista de ideas de proyectos concretos, se desarrollaron basándose en la metodología holística del Morgenstadt City Lab. Esta metodología se basa en métodos cuantitativos y cualitativos, y se centra en la participación de las partes interesadas locales de los sectores público, privado y académico a través de entrevistas con expertos y talleres. Este enfoque participativo y de cocreación asegura que soluciones propuestas estén diseñadas a medida y que cuenten con un alto grado de apropiación local.

Como capital regional, y considerando su importante crecimiento económico y poblacional, Piura cuenta con todo el potencial para convertirse en una ciudad modelo de buenas prácticas de desarrollo sostenible para otras ciudades del país y la región con características demográficas similares. Mientras que, por un lado, el desarrollo económico y la mejora en la calidad de vida urbana no deberían conducir a un

aumento de las emisiones de GEI, los impactos del cambio climático deben ser asimilados mediante la evaluación de riesgos con visión de futuro y su incorporación a la urgente planificación, donde se recomienda a la ciudad centrar sus esfuerzos en el futuro cercano. Las experiencias deben ponerse a disposición de otras ciudades en condiciones similares, y debe iniciarse un intenso intercambio de experiencias.

El crecimiento urbano lleva al desarrollo de infraestructuras urbanas que perduran por décadas, creando un reto para el desarrollo de infraestructura para servicios básicos como las redes eléctricas o infraestructura vial, entre otras, y que determinan requerimientos de componentes como el uso de vehículos individuales, el manejo de agua, o el consumo energético de las edificaciones. Resulta fundamental crear lineamientos para controlar y ordenar el crecimiento urbano, fomentando el desarrollo de zonas de alta densidad urbana con condiciones habitables, usos mixtos del suelo, planificación del tráfico e infraestructura de servicios básicos. Este tipo de desarrollos se puede ver apoyado por infraestructura verde y azul integrada a un plan de mejora de espacios públicos, incrementando sustancialmente la eficiencia de recursos en las diferentes componentes urbanas que estructuran la ciudad. Al mejorar los conceptos de planeamiento urbano se ofrece también una gran oportunidad hacia la reducción de emisiones de CO₂, consolidando estructuras que podrían tener un gran impacto en el consumo de combustibles y en las emisiones tanto de CO₂ como de contaminantes locales y calidad del aire al determinar la configuración y el ordenamiento de la movilidad en la ciudad. Otra de las principales medidas de mitigación del cambio climático, más allá del sector energético, es evitar la deforestación y construcción en los ecosistemas naturales que rodean la ciudad. Asimismo, se debe promover la

creación de nuevas áreas verdes urbanas, lo cual está estrechamente ligado al control y ordenamiento del crecimiento de la ciudad. La concienciación de los ciudadanos juega un papel crucial y es otro de los grandes retos a los que se enfrenta la ciudad, ya que existe una información muy limitada entre la población general sobre la sostenibilidad, el cambio climático y las cuestiones medioambientales. Sin embargo, estos temas empezaron a tomar importancia después de las afectaciones en 2017 de la FEN, por lo que es importante trabajar en la implementación de una estrategia de sensibilización efectiva frente a estos temas para asegurar la implementación y aceptación de los proyectos y medidas propuestas.

Bajo esa perspectiva, Piura busca mediante el presente proyecto comenzar a abordar los retos de desarrollo sostenible a los que se enfrenta y que, al ser una ciudad intermedia del sur global, no cuenta con una vitrina global, para explorar sus opciones y potencialidades para mejorar la sostenibilidad de su entorno urbano. La ciudad ha demostrado su interés y compromiso por mejorar la sostenibilidad de su entorno urbano al poner en marcha proyectos de ciudad inteligente que buscan a través de la digitalización la optimización de recursos. Prueba de ello son los proyectos de uso de soluciones tecnológicas y plataformas digitales para mejorar la gestión de riesgo de desastres, la seguridad ciudadana y el tráfico vehicular, programas de reciclaje como "Piura Recicla", entre otros.

Sin embargo, la consecución de la visión de sostenibilidad desarrollada en este proyecto, y más allá de él, requerirá un compromiso a largo plazo con el desarrollo sostenible. Como primer paso en esta dirección, los resultados de este proyecto han intentado alinearse con otros instrumentos de planeación, como el Plan de Desarrollo Metropolitano.

De hecho, la alineación institucional del desarrollo sostenible y la definición de objetivos futuros claros se consideran el camino a seguir para afrontar el reto de la continuidad ante los cambios de Gobierno. Además, será crucial que la ciudad asigne recursos financieros para implementar proyectos de desarrollo sostenible, por lo que la oficialización de la cartera de proyectos para asegurar su implementación resulta fundamental. También es esencial que la ciudad defina sus esquemas de seguimiento para mejorar el desarrollo urbano sostenible y la toma de decisiones.

Cabe mencionar que, las actividades del proyecto MGI no concluyen con el desarrollo de la hoja de ruta presentada en este informe. Como siguiente paso, una de las ideas de proyecto será priorizada en términos de sus componentes técnicos y financieros, y su viabilidad, así como el correspondiente ahorro cuantificado de emisiones de GEI y su potencial en relación con la adaptación al cambio climático. El desarrollo del anteproyecto e implementación del mismo contemplará discusiones con actores locales interesados y relevantes para su implementación para de esta forma poder garantizar la viabilidad del proyecto y obtener la apropiación local del mismo. Se espera que todas las propuestas planteadas en la cartera de ideas de proyectos y la hoja de ruta desarrollada como parte del City Lab Piura puedan concretizarse, ya que ofrecen un gran potencial para fomentar la transformación de Piura en una ciudad sostenible del futuro.

AUTORES

EQUIPO DE COORDINACIÓN

Trinidad Fernández
Líder de City Lab

Instituto Fraunhofer de
Ingeniería Industrial IAO

Stella Schroeder
Líder local de City Lab

Universidad de Piura

Sonja Stöffler
Líder adjunta de City Lab

Universidad de Stuttgart IAT

Jose Carlos García Pérez
Asistente de coordinación

Instituto Fraunhofer de
Ingeniería Industrial IAO

EQUIPO DE PLANEAMIENTO URBANO

Trinidad Fernández
Líder experto en el sector
Planeamiento Urbano

Instituto Fraunhofer de
Ingeniería Industrial IAO

Stella Schroeder
Experto en sector
Planeamiento Urbano

Universidad de Piura

Joel Antoni Villegas Cornejo
Experto en sector
Planeamiento Urbano

Universidad de Piura

María Daniela de los
Ángeles Zavala Salazar
Asistente de investigación

Universidad de Piura

EQUIPO DE AGUA

Diego Eufrazio Lucio
Líder experto en el sector
agua

Instituto Fraunhofer de
Ingeniería Interfacial y
Biotecnología IGB

Edson Aldair Atarama Mondragón
Experto en sector agua

Universidad de Piura

Rafael Torres Gómez
Asistente de Investigación

Instituto Fraunhofer de
Ingeniería Interfacial y
Biotecnología IGB

ENERGÍA Y EMISIONES DE CO₂

José Antonio Ordóñez
Líder experto en el sector
energía

Instituto Fraunhofer de
Investigación de Sistemas e
Innovación ISI

Oscar Williams Guillen Herrera
Experto en sector energía

Universidad de Piura

Prof. Dr. Martin Pudlik
Experto en Emisiones de CO₂

Instituto Fraunhofer de
Investigación de Sistemas e
Innovación ISI

Hernando Rodríguez Amorocho
Asistente de investigación

Instituto Fraunhofer de
Investigación de Sistemas e
Innovación ISI

EQUIPO DE RESILIENCIA AL CLIMA

Sophie Mok
Experto en resiliencia al
clima

Instituto Fraunhofer de
Ingeniería Industrial IAO

Gisella Hernández Valle
Experto en resiliencia al
clima

Universidad de Piura

Edsmilda Martínez Hidalgo
Investigador asociado

Universidad de Piura

EQUIPO DE FINANCIACIÓN

Maria Báez
Experto financiero

Escuela de Finanzas de
Frankfurt – UNEP Centro

Gabriel Umana
Experto financiero

Escuela de Finanzas de
Frankfurt – UNEP Centro

AGRADECIMIENTOS

El equipo de City Lab Piura agradece el apoyo de todos los participantes, cuyas contribuciones han sido cruciales para el éxito del proyecto en cada fase. Durante el proyecto, algunos miembros han dejado el equipo, esto es para reconocer su esfuerzo y compromiso. En particular, queremos agradecer a Pierre Gutierrez y Mayra Arroyo por la coordinación del proyecto desde la Municipalidad Provincial de Piura, lo que permitió la participación de Piura en este proyecto y definió parte de los sectores de trabajo. También queremos agradecer al Dr. Markus Schwegler, Catalina Díaz, Alicia Rondon-Krummheuer, Mariana Urnuela, Brenda Vaccari, Angie Carolina Calle Castillo, Joel Armando Leon Medina y Juan Jose Henao por sus valiosos aportes durante la implementación práctica del proyecto.

CONTACTO

info@mgi-iki.com

© University of Stuttgart

Cita recomendada: Fernández, T.; Schroeder, S.; Stöffler, S.; Eufrazio Lucio, D.; Ordóñez, J. A.; Mok, S.; Atarama, E.; Guillen, O.; Hernández, G.; Villegas, J.; Garcia, J. C.; Báez, M.; Pudlik, M.; Umana, G.; Martínez, E.; Rodríguez, H.; Torres, R.; Zavala, M. D.; 2021. Informe Resumido del Perfil Técnico Completo de la Ciudad de Piura dentro de la Iniciativa Global Morgenstadt.

BIBLIOGRAFÍA

Análisis prospectivo regional (2016-2030). (2016). El 70% de las construcciones de Piura son informales y no soportarían sismo – El Tiempo. El Tiempo Digital. <https://eltiempo.pe/el-70-de-las-construcciones-de-piura-son-informales-y-no-soportarian-sismo/>

Autoridad Nacional del Agua. (2010). Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338. Ministerio de Agricultura, 1–81. [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BE196E28BE7D295D05257CE80052C303/\\$FILE/DECRETO_SUPREMO_001_2010_AG_REGLAMENTO_29338_LEY_REC_HIDR.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BE196E28BE7D295D05257CE80052C303/$FILE/DECRETO_SUPREMO_001_2010_AG_REGLAMENTO_29338_LEY_REC_HIDR.pdf)

Banco Central de Reserva del Perú BCRP. (2008). Informe Económico y Social Región Piura. 142. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2008/Piura/Informe-Economico-Social/IES-Piura.pdf>

CAF – Development Bank of Latin America. (2020). Índice de riesgo al cambio climático y plan de adaptación para la ciudad de Piura-Perú. <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1809/pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Caldas, P., Aranda, E., & Dongo, C. (2019). Climatic adaptation of social housing districts in an arid city: Piura. Revista TECNIA, 29. <http://www.revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/article/view/328/1083>

Callañaupa Tocco, A. O. (2021). Medición de caudales máximos en los ríos Chancay y Piura y, su influencia en el dimensionamiento de estructuras hidráulicas. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 1, 0–111. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628200/Callañaupa_TO.pdf?sequence=3&isAllowed=y

CORPAC S.A. – Página Web. (n.d.). Retrieved November 17, 2021, from <https://www.corpac.gob.pe/>

Daley, J. (2018). El calor es un problema de salud – Árboles urbanos, la solución. LatInInformation News. <https://latininformation.net/2018/09/10/el-calor-es-un-problema-de-salud-arboles-urbanos-la-solucion/>

Defensoría del Pueblo. (2017). Defensoría del Pueblo advierte acumulación de residuos sólidos producto de lluvias y desborde de río. <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-advierte-acumulacion-de-residuos-solidos-producto-de-lluvias-y-desborde-de-rio/>

Díaz-Vélez, C., Luis Fernández-Mogollón, J., Alexis Cabrera-Enríquez, J., Tello-Vera, S., Medrano-Velásquez, O., & Córdova-Calle, E. (2020). Situation of Dengue after the Phenomenon of the Coastal El Niño. Dengue Fever in a One Health Perspective, December 2016, 1–24. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92095>

El Peruano. (2021). Ley No 31313 – Ley de Desarrollo Urbano Sostenible. Diario Oficial Del Bicentenario. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-de-desarrollo-urbano-sostenible-ley-n-31313-1976352-/>

El Regional Piura. (2020). Cambio climático viene afectando mortandad del algarrobo en el Perú según especialistas. <https://www.elregionalpiura.com.pe/index.php/especiales/164-informes/40538-cambio-climatico-viene-afectando-mortandad-del-algarrobo-en-el-peru-segun-especialistas>

Electronoroeste ENOSA. (n.d.). Nosotros – Reseña histórica. Retrieved November 17, 2021, from <https://www.distriluz.com.pe/enosa/index.php/nosotros>

Fraunhofer IAO (n.d.) City Labs. Retrieved November 17, 2021, from https://www.morgenstadt.de/en/projekte/city_labs.html

Fernandez Maldonado, A. M. (2016). Planeamiento urbano y producción de vivienda en el Perú. Procesos Urbanos En Acción ¿Desarrollo de Ciudades Para Todos?, III, 81–118. http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20160704113705/Procesos_urbanos.pdf

García, R. (2009). Lima: megaciudad y megaproblemas. Revista Quehacer, 174, 78.

Gestion. (2018). MVCS destinará S/ 41 millones a elaboración de planes de desarrollo urbano. <https://gestion.pe/Economia/Mvcs-Destinaras-41-Millones-Elaboracion-Planes-Desarrollo-Urbano-236946-Noticia/>. <https://gestion.pe/economia/mvcs-destinara-s-41-millones-elaboracion-planes-desarrollo-urbano-236946-noticia/>

Gobierno del Peru. (2021). ¿Qué hacemos? Que Hacemos. <https://www.gob.pe/4404-autoridad-nacional-del-agua-que-hacemos>

Gobierno del Perú. (2021). Consultar el directorio de Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) del país. <https://www.gob.pe/9066-consultar-el-directorio-de-entidades-prestadoras-de-servicios-de-saneamiento-eps-del-pais>

Gobierno del Perú. (2014). Portal del Estado Peruano. https://www.peru.gob.pe/directorio/pep_directorio_poderes.asp?cod_poder=3

Gobierno Regional De Piura. (2016). Análisis prospectivo regional (2016-2030). p.143.

Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI. (2017). Compendio Estadístico del INDECI 2017 – Gestión Reactiva/ Perú. Dirección de Políticas, Planes y Evaluación, 2017.

Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI, & Organización de Estados Americanos OEA. (2009). Estudio: Mapa de peligros de la ciudad de Piura. Informe Final, 320. [http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA_PUBLICAR/INDECI/INFORME_PRINCIPAL_DEL_ESTUDIO_MAPA_DE PELIGROS DE PIURA \(VOLUMEN I\).pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA_PUBLICAR/INDECI/INFORME_PRINCIPAL_DEL_ESTUDIO_MAPA_DE PELIGROS DE PIURA (VOLUMEN I).pdf)

Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI. (2014). Registro Nacional de Municipalidades 2014. Principales Resultados. Capítulo 14 Protección y Conservación Del Ambiente. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1246/14.pdf

Instituto Nacional de Estadística INEI. (2019). Informe Técnico Producción Nacional. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03-produccion-nacional-ene2019.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas e Información INEI. (2017). Perfil sociodemográfico. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/index.html

Instituto Peruano de Economía IPE. (2020). Piura: Pobreza se redujo en los últimos 5 años y fue mayor en las ciudades. Retrieved November 17, 2021, from <https://www.ipe.org.pe/portal/piura-pobreza-se-redujo-en-los-ultimos-5-anos-y-fue-mayor-en-las-ciudades/>

- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2015). Climate change 2014 : synthesis report. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- Jones, P. (2017). Formalizing the informal: Understanding the position of informal settlements and slums in sustainable urbanization policies and strategies in Bandung, Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/su9081436>
- Lama More, C. A. (2015). Metropolización regional: una alternativa del proceso de descentralización en el Perú. XX Congreso Internacional Del CLAD Sobre La Reforma Del Estado y de La Administración Pública. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/64E02B34372BCF0605257FAF004E762F/\\$FILE/lamamore.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/64E02B34372BCF0605257FAF004E762F/$FILE/lamamore.pdf)
- Mileti, D. (1990). Communication of Emergency Public Warnings : A Social Science Perspective and State-of-the-ART Assessment. January. <https://doi.org/10.2172/6137387>
- Ministerio de Medioambiente MINAM. (n.d.). El Perú y el Cambio Climático. Tercera Comunicación Nacional Del Perú a La Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. Retrieved November 17, 2021, from <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicación.pdf>
- Ministerio de Medioambiente MINAM. (2011). Plan Nacional de Acción Ambiental PLANAA – Perú 2011 – 2021. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf
- Ministerio de Medioambiente MINAM. (2014). Registro histórico de El Niño. <https://www.minam.gob.pe/fenomenodelnino/el-nino-en-el-peru-y-sus-caracteristicas/registro-historico-de-el-nino/>
- Ministerio de Medioambiente MINAM. (2015). Estrategia Nacional ante el Cambio Climático. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/09/ENCC-FINAL-250915-web.pdf>
- Ministerio de Medioambiente MINAM. (2021). Informe nacional sobre el estado del ambiente 2014-2019. p 444. https://sinia.minam.gob.pe/inea/wp-content/uploads/2021/07/INEA-2014-2019_red.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS. (2015). Estudio de Pre inversión a nivel de Factibilidad del Proyecto “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Producción, Almacenamiento y Distribución Primaria de Agua Potable de los distritos de Piura y Castilla, Provincia y Departamento de Piura.”
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS. (2020). Plan de Desarrollo Metropolitano Piura – Catacaos – Castilla – 26 de Octubre 2020 – 2040. <https://sites.google.com/vivienda.gob.pe/planes-rcc-dgprvu/pdm-piura-castilla-veintiseis-deoctubre?authuser=1>
- Mohr, M.; Schwegler, M.; Maciulyte, E.; Stryi-Hipp, G.; Winkler, M.; Giglmeier, S.; Mok, S.; Stojiljkovic, M.; Brittas, A.; Jayawant, A.; Schlecht, V.; 2020. Executive Summary 2020 – City Lab Kochi, India. https://mgi-iki.com/wp-content/uploads/2021/04/CityLab_Kochi_Executive_summary_2021.pdf
- Mok, Sophie; Schwegler, Markus; Jayawant, Amruta; Brittas, Anna (2021): Climate Risk and Resilience assessment. City Lab Kochi, India. https://mgi-iki.com/wp-content/uploads/2021/05/MGI_Resilience_Report_Kochi.pdf
- Mok, S.; Vivas, A.M.; Díaz, C.; Jayawant, A. 2021. City Lab Saltillo: Climate Risk and Resilience Assessment developed within the frame of the MGI Morgenstadt Global Smart Cities Initiative. https://mgi-iki.com/wp-content/uploads/2021/12/MGI_Resilience_Report_Salttillo_final.pdf
- Municipalidad Distrital de Castilla. (2021). Municipios de Castilla y Piura buscan soluciones ante la falta de energía eléctrica de 16 asentamientos. <https://municastilla.gob.pe/wp/2021/06/12/municipios-de-castilla-y-piura-buscan-soluciones-ante-la-falta-de-energia-electrica-de-16-asentamientos/>
- Municipalidad Provincial de Piura MPP. (2015). Plan de Desarrollo Urbano Piura, Castilla y Catacaos al 2032. <http://www.municatacaos.gob.pe/PLAN-DESARROLLO/002-Reglamento-PDU.pdf>
- Municipalidad Provincial de Piura MPP. (2020). Plan Operativo Institucional Multianual 2021-2023.
- Ordonez, J.A.; Díaz, C.; García, X.; Santillán, E.; Beckett, M.; Fernández, T.; Huertas, J.H.; Huertas, M.E.; Mok, S.; Reyes, R.; Stöffler, S.; Vivas, A.M.; Castañeda, R.; Cruz, M.; De Valle, G.; García, J.C.; Henao, J.J.; Mogro, A.; Baez, M.; Müller, V.; Pudlik, M.; Serrano, O.; Villareal, C.; Gil, M.J.; 2021. Summary Report of the full technical City Profile Saltillo within the Morgenstadt Global Initiative. https://mgi-iki.com/wp-content/uploads/2021/12/City_Profile_Salttillo_Summary_Report_EN.pdf
- Ordonez, J. A., & Zurita, E. (2019). La respuesta de Saltillo a la crisis climática. <http://www.implansalttillo.mx/gui/articulos/articulo.php?r=38>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (n.d.). Managing water sustainably is key to the future of food and agriculture. <https://www.oecd.org/agriculture/topics/water-andagriculture/>
- Palacios-Santa Cruz, C. (2010). Caudales de diseño en el río Piura y su variación histórica ante el fenómeno El Niño. 1–149. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2713/ICI_184.pdf?sequence
- Proyecto Especial Chira Piura. (2019). Proyecto Especial Chira Piura: Nosotros. <http://www.chirapiura.gob.pe/proyecto>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA). (2017, February 18). Piura: De 200 toneladas de basura al día, 50 no son recogidas. <https://www.actualidadambiental.pe/piura-de-200-toneladas-de-basura-al-dia-50-no-son-recogidas/>
- UN-Habitat. (2016). New Urban Agenda. <https://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-English.pdf>
- United Nations. (1992). Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- United Nations Economic Commission for Latin America CEPAL. (2003). Congestión de tránsito: El problema y cómo enfrentarlo. In *United Nations Publications*: Vol. (No. 87). <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/27813>
- United Nations Economic Commission for Latin America CEPAL. (2018). La Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible. In *Revista de Derecho Ambiental (Issue 10)*. <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2018.52077>

United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC. (n.d.). The Paris Agreement | UNFCCC. Retrieved November 17, 2021, from <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

United Nations International Children's Emergency Fund UNICEF, & World Health Organisation WHO. (2015). Progress on Sanitation and Drinking Water – 2015 Update and MDG Assessment. https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2015/12/Progress-on-Sanitation-and-Drinking-Water_234.pdf

Vaccari, B.; Hernández, G.; Mok, S.; Schroeder, S; Fernández, T. 2021. City Lab Piura: Climate Risk and Resilience Assessment developed within the frame of the MGI Morgenstadt Global Smart Cities Initiative.

World Health Organisation WHO. (2021). Household air pollution and health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>

Zucchetti, A., & Freundt, D. (2018). Ciudades Del Perú. Primer Reporte Nacional de Indicadores Urbanos 2018, 148. https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/ciudades_sostenibles_1.pdf