

INFORME

ESTADO DEL AMBIENTE

Costa Rica **2017**



9.6	110
10	120
10.1	124
10.2	124
10.3	126
10.4	128
11	128
11.1	130
11.2	133
11.3	141
11.4	141
11.5	142
11.6	146
12	153
13	161

Índice de cuadros.

Cuadro N° 1 Población urbana 1950-2011	36
Cuadro N° 2 Proyectos Concluidos de Agua Potable en Comunidades Abastecidas por ASADAS Periodo 2015.	36
Cuadro N° 3 Indicadores con respecto a la satisfacción de vida en Costa Rica.	36
Cuadro N° 4 Costo promedio del m ² de construcción residencial, según área, por región de Costa Rica, 2014.	45
Cuadro N° 5. La huella ecológica y biocapacidad de Costa Rica	59
Cuadro N° 6 Por qué crecen las emisiones (energía)	60
Cuadro N° 7 Principios internacionales sobre consumo y producción sostenibles	61
Cuadro N° 8 . Total de viviendas por sistema de eliminación de residuos según zona 2009-2015.	73
Cuadro N° 9 Porcentaje de hogares con separación de los diferentes tipos de residuos 2010-2015	76
Cuadro N° 10 Exportación de residuos peligrosos en el período 2013-2016.	76
Cuadro N° 11 Desglose de la pérdida de bosque maduro para el periodo 2008-2013 (hectáreas).	93
Cuadro N° 12 Origen de la regeneración de bosques secundarios para el periodo 2008-2013 (hectáreas).	93
Cuadro N° 14 Distribución de las emisiones de gases invernadero para el sector energía, 2012	136

Cuadro N° 15 Concentración promedio anual de partículas PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenidas en el Área Metropolitana de Costa Rica 2013, 2014 y 2015	139
Cuadro N° 16 Costa Rica: Eventos Extremos - Periodo 2005 – 2016. Pérdidas en Dólares*	174
Cuadro N° 17 Costa Rica: Eventos Extremos, impactos en Infraestructura, Servicios y Producción, Periodo 2005 – 2016 - Pérdidas En Dólares	177
Cuadro N° 18 Costa Rica: Personas Afectadas Por Eventos de Desastre - Periodo 2005 - 2016	179
Cuadro N° 19 Costa Rica: Cooperación Internacional Recibida Para la Atención de Emergencias 2010-2016 (cifras en dólares)	180
Cuadro N° 20 Costa Rica: Resumen de Operaciones Aéreas Huracán Otto del 22/11/2016 al 01/12/2016	181

Índice de gráficos.

Gráfico N° 1 Condición del uso del suelo con respecto a su capacidad, evaluado para el territorio nacional en 1998 y 2013,	16
Gráfico N° 2 Crecimiento del área urbana en la GAM	41
Gráfico N° 3 Población y viviendas ocupadas en la GAM y el resto del país.	42
Gráfico N° 4 Serie histórica de los permisos de construcción residencial, BFV y el área promedio 2000-2014.	42
Gráfico N° 5 Evolución de la flotilla vehicular en Costa Rica	43
Gráfico N° 6 . Porcentaje de viviendas con vehículo particular en Costa Rica y la GAM	43
Gráfico N° 7 Crecimiento del parque vehicular.	45
Gráfico N° 8 Tasa de deforestación según el régimen de tenencia de la tierra para 1987-2013 y 2008-2013	90
Gráfico N° 9 Pérdida y ganancia de área en los cultivos de café, piña, permanentes, anuales y pasturas, observados mediante sensores remotos durante el periodo 2008-2013.	92
Gráfico N° 10 Producción aurífera de Costa Rica en onzas troy por año (ozAu;Año) versus el precio del oro como mercancía en dólares de Estados Unidos de América por onza troy (US\$;ozAu) durante el período 1984 a 2013	120
Gráfico N° 11 Distribución de la producción de energía primaria por fuente en Costa Rica. 2005 - 2015-	134
Gráfico N° 12 Evolución del consumo total de energía en Costa Rica 2005-2015	134
Gráfico N° 13 Distribución del consumo de energía total por sector en Costa Rica, 2010-2015	135
Gráfico N° 14 Índices cobertura eléctrico en Costa Rica	135
Gráfico N° 15 Evolución de la intensidad energética 1997-2014	136
Gráfico N° 16 Evolución del consumo eléctrico residencial per cápita y tasas de crecimiento anual para varios periodos, 1983-2014	137
Gráfico N° 17 Costa Rica: Emisiones totales estimadas según principales fuentes (en toneladas equivalente de Dióxido de Carbono)	138
Gráfico N° 18 Evolución de los promedios anuales de partículas PM10 en el período 2009-2013.	139
Gráfico N° 19 Evolución del parque vehicular en Costa Rica 1994-2014	139
Gráfico N° 20 Evolución de la flota vehicular de Costa Rica por categoría 2005-2015	140
Gráfico N° 21 Evolución de las emisiones del sector transporte en Costa Rica	140

Gráfico N° 22 Evolución del comportamiento de las importaciones de vehículos de acuerdo con la edad promedio al momento de la entrada al país 2007-2015	141
Gráfico N° 23 Evolución de las emisiones del sector industrial en Costa Rica	141
Gráfico N° 24 Costa Rica: Pérdidas en Dólares por Eventos Extremos en Infraestructura, Servicios y Producción, Periodo 2005 – 2016	178

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Balance energético de Costa Rica 2015	133
Ilustración 2 Distribución de la emisión de gases con efecto invernadero expresadas como CO ₂ equivalente para el 2012.	137

Índice de Mapas.

Mapa N° 1 Crecimiento urbano dentro y fuera del Anillo de Contención de la Gran Área Metropolitana y su impacto en las zonas de recarga de acuífera, observado durante el periodo 2008 – 2013, en las sub-cuencas del Río Grande y Río Virilla.	22
Mapa N° 2 Gran Área Metropolitana.	37
Mapa N° 3 Crecimiento de la mancha urbana en la GAM y anillo de contención . 1986 y 2012	37
Mapa N° 4 La mancha urbana en la GAM y anillo de contención. 2014	38
Mapa N° 5 Gran Área Metropolitana: Evolución del crecimiento urbano entre 1986, 2005	38
Mapa N° 6 Estado en SETENA de los planes reguladores cantonales.	39

Índice de Recuadros

Recuadro 1 El caso de Comanejo en el Parque Nacional Cahuita.	11
Recuadro 2 Cómo reducir la huella ecológica	57
Recuadro 3 Sarapiquí Carbono Neutral Clima Resiliente: un modelo de desarrollo territorial inclusivo y multisectorial	80
Recuadro 4 El Observatorio Cousteau para las Costas y Mares de Centroamérica	95
Recuadro 5 Estamos protegiendo al tiburón?	103
Recuadro 6 Crucitas hoy	114
Recuadro 7 Beneficio ambiental del Sistema Nacional de Combustibles	122
Recuadro 8 Síntesis del paso de la tormenta NATE por Costa Rica.	160
Recuadro 9 Plan nacional de contingencia de Costa Rica para enfrentar derrames de hidrocarburos en el mar	168
Recuadro 10 Principales eventos y su impacto en Costa Rica	171

1. Introducción

Este capítulo expone las tendencias y presiones que durante las últimas dos o tres décadas han llevado al actual estado del ambiente, que se describe ampliamente en el Capítulo 2. En otras palabras, este capítulo intenta explicar las principales fuerzas motrices que contribuyeron a moldear la presente situación del ambiente. Entender estas fuerzas, presiones y tendencias es lo que posibilita la búsqueda e implementación de soluciones que se exploran en detalle en el Capítulo 4. Así que, de alguna forma, los mismos temas se van abordando en estos tres capítulos, pero desde un enfoque o perspectiva distinta.

Este capítulo revisa las actividades y eventos que generan presión e impacto en diez componentes o sectores distintos del ambiente: uso del territorio; urbanización y transporte; patrones de consumo y producción; generación de residuos; producción agrícola, agropecuaria y forestal; prácticas pesqueras,

acuicultura y manejo del recurso marino costero; minería; generación y consumo energético; variabilidad y cambio climático; y eventos naturales extremos y desastres naturales.

Cada uno de estos apartados inicia con una breve contextualización, resaltando las tendencias, amenazas y presiones principales dentro de cada sector, y finaliza con un apartado de conclusiones y recomendaciones. Se hace referencias a la descripción del estado en cada uno de estos sectores así como a posibles respuestas o soluciones, pero tomando en consideración que estas cuestiones se abordan de manera más amplia en los Capítulos 2 y 4 respectivamente.

Al final de este capítulo se incluye una sección con las principales conclusiones que se han extraído de la caracterización de las presiones e impactos generados en cada sector.

2. Uso de la tierra

El uso de la tierra comprende dos tipos de uso: el uso actual y el uso potencial o capacidad de uso. El uso actual de las tierras son todas aquellas actividades agropecuarias que se dan en el presente, o en un momento determinado. La capacidad de uso es el mejor uso que se le podría dar a la tierra, con base en sus características biofísicas y las condiciones tecnológicas, sin perjudicar su uso sostenido (Vargas, 1992).

En el acápite 6: Producción Agrícola, Agropecuaria y Forestal, se analiza la dinámica de cambio de uso entre el bosque y las principales actividades agropecuarias. En el presente acápite se presenta un análisis preliminar de la condición de uso del suelo con respecto a su capacidad de uso, para todo el territorio nacional. Este análisis comparativo es necesario para conocer los problemas existentes en la gestión del uso del suelo y en lo posible corregirlos por medio de un ordenamiento o la promoción de buenas prácticas agrícolas que garanticen el uso sostenido de los recursos (Vargas, 1992).

Este análisis es realizado mediante álgebra de mapas, a partir de la serie histórica de uso del suelo 1987-2013,

desarrollada por la Secretaría REDD plus de Costa Rica (Agresta, 2015) y el mapa de capacidad de uso del suelo provisto en el Atlas Digital de Costa Rica 2014, desarrollado según la Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras en Costa Rica oficializada en el Decreto N° 23214-MAG-MIRENEM (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2014). En la Tabla 1 se muestra la correspondencia entre las categorías de capacidad de uso y el uso del suelo de los mapas 1998 y 2013 de la serie histórica utilizada en este análisis.

2.1 Condición del uso del suelo en Costa Rica

En los últimos quince años no ha habido cambios significativos en la condición del uso del suelo con respecto a su capacidad, en Costa Rica. En el gráfico 1 y tabla 2 se muestra en forma resumida los resultados de la evaluación realizada para 1998 y el 2013. Exceptuando el uso agropecuario, en donde se aprecia una leve mejora en el uso con respecto a 1998, el resto de las categorías de capacidad de uso permanecen sin cambio. Cabe resaltar la alta proporción de tierras en sub-uso para la categoría de cultivos permanentes (6.842 km²).

Para el 2013, el 86% del territorio nacional presenta uso del suelo conforme a su capacidad o bien se encuentra en sub-uso (43.565 Km²), específicamente en las capacidades de uso Agropecuario (Clase I), Agropecuario con limitaciones leves (Clase II), Agropecuario con limitaciones moderadas (Clase III), Cultivos permanentes (Clase VI) y Áreas protegidas. Solamente un 12% de del territorio nacional presenta una condición de sobreuso (6.214 km²). Como es de esperarse, esto se concentra en categorías de mayor restricción de uso: Ganadería o Manejo de bosque (Clase V), Agropecuario con limitaciones fuertes (Clase IV), Manejo de bosque (VII) y Protección forestal (VII).

Con respecto a esta condición de sobreuso, es importante resaltar que en Costa Rica para el año 2014, un 2% del total de fincas realizaron prácticas de sistemas agroforestales y un 97% del total de fincas agrícolas realizaron al menos una práctica para la protección del medio ambiente. Los finqueros están combinando especies forestales en tiempo y espacio con cultivos agrícolas, en procura de la sostenibilidad del sistema, asimismo practican un conjunto de principios, normas, recomendaciones técnicas o hábitos culturales aplicables a la producción agrícola, con el fin de asegurar la protección del medio ambiente y optimizar la producción (INEC, 2016).

2.2 Restauración

En 2012, Costa Rica se comprometió a restaurar un millón de hectáreas para el Desafío de Bonn¹, para lo que se está realizando una evaluación oportunidades de restauración (ROAM²) con la ayuda de UICN³, donde se inicialmente se identificó un área de más de tres millones de hectáreas, incluyendo la restauración de pastos para la producción de leche y carne de vacuno, el establecimiento de plantaciones de café con sombra y el manejo forestal de bosque maduro fuera de áreas protegidas (ver Tabla 3). Se espera que, para finales del 2017, UICN haya terminado con el proceso de identificación y mapeo de las áreas prioritarias de restauración. La restauración de un millón de hectáreas contribuirá con la mitigación del cambio climático y el cumplimiento de las Metas de Aichi para la Biodiversidad (5, 7, 8, 14 y 15), así como también contribuirá con el aumento de su productividad, lo cual apoya directamente el crecimiento económico nacional y la conservación de la biodiversidad (Andrasko et al., 2017).

1 <http://www.bonnchallenge.org/content/challenge>

2 Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM)
<https://www.iucn.org/theme/forests/our-work/forest-landscape-restoration/restoration-opportunities-assessment-methodology-roam>

3 Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Recuadro 1 El caso de Co-manejo en el Parque Nacional Cahuita.

El Parque Nacional Cahuita estableció en los años 90 un tipo de administración única en el país, la cual permite la existencia del trabajo conjunto entre la comunidad y el Estado. Este tipo de administración se conoce popularmente como comanejo, y en Centroamérica existen más de 100 casos similares de áreas protegidas manejadas entre las comunidades aledañas y las autoridades correspondientes (Foro Caribe Sur, Suárez, 2014).

Para el Parque Nacional Cahuita existe un Consejo Local conformado por 2 representantes de la Asociación de Desarrollo de Cahuita, 1 representante sector pesca, 1 representante sector educación y 1 representante de SINAC. Este Consejo se encarga de elaborar un plan de trabajo anual financiado por medio de las donaciones voluntarias que dan los turistas cuando ingresan al Parque Nacional Cahuita Sector Playa Blanca; además, el Consejo Local se encarga de la administración de este sector (Fuente Asociación de Desarrollo Integral de Cahuita - ADIC). Las donaciones voluntarias recaudadas se utilizan principalmente para:

- El pago de planillas de los 8 funcionarios que trabajan como guarda parques contratados por el Consejo Local.
- Brindar capacitaciones al personal del Parque Nacional.
- Realizar inversiones en infraestructura del Parque Nacional.
- Efectuar la compra de materiales y herramientas de trabajo para el Parque.
- Brindar apoyo económico a la administración del sector Puerto Vargas del Parque Nacional Cahuita (sector administrado por el Estado).
- Efectuar Inversión en Proyectos de interés social y cultural en la comunidad de Cahuita (fuente ADIC)

Este modelo de manejo comunitario no solo solucionó en sus inicios el conflicto entre el Parque y la población, sino que lleva más de 20 años obteniendo resultados positivos, los cuales han sido destacados internacionalmente (Suárez, 2014). Algunas inversiones del Consejo Local del Parque Nacional Cahuita en la comunidad han sido:

- Financiamiento para instalación de 50 hectáreas de acueducto para la comunidad de Cahuita.
- Compra de terrenos para construcción del Colegio (cuarto de hectárea) y hogar del adulto de Cahuita.
- Enmallado y reparación del salón Comunal.
- Cooperación para el programa de educación ambiental del Corredor Biológico Talamanca-Caribe.
- Financiamiento para la remodelación del puesto de vigilancia policial del Tuba Creek.
- Patrocinio al I y II Festival Internacional de Calipso Walter Ferguson (Suárez, 2014).

Sin embargo, en noviembre del 2012 el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAC) recibió recomendaciones de la Contraloría General de la República para eliminar este modelo por cuanto el concepto de “comanejo” no figuraba en ninguna ley. A finales de la administración Chinchilla en 2014, en medio de negociaciones de la comunidad con el SINAC y sin esperar resultados de esas negociaciones, el gobierno publicó en la Gaceta un decreto que, entre otras cosas,

fijó

una

tarifa

de entrada al Sector Playa Blanca (Suárez, 2014). El Decreto Ejecutivo del Ministro del MINAE, al fijar esta cuota desmantelaba el comanejo como tal, ya que es la cuota voluntaria la que permite el desarrollo comunitario; a partir de esto, la comunidad solicitó moratoria de esta tarifa mientras negociaban una solución integral (Suárez, 2014).

Posteriormente, el Consejo Local de Cahuita produjo dos informes, uno de mayoría y otro de minoría, los cuales analizan los diseños de modelos que existen en el país con aplicación de leyes en forma dogmática versus las tendencias que buscan armonizar y equilibrar su aplicación con historicidad y derechos adquiridos (Suárez, 2014). Ambos documentos defienden el derecho histórico con el que cuenta la comunidad de Cahuita, al haber establecido el comanejo en participación conjunta de la comunidad, Asociación de Desarrollo y los organismos competentes, rechazando la recomendación de la Contraloría General de la República de eliminar este concepto (Suárez, 2014).

En junio de 2014, el SINAC en el acuerdo N° 4 de Sesión Ordinaria conformó una comisión especial para estudiar el caso de comanejo en el Parque Nacional Cahuita; y en julio de ese mismo año, el CONAC (Consejo Nacional de Áreas de Conservación) recibió los dos informes desarrollados por la comunidad del Caribe sur. (Suárez, 2014).

En agosto de ese mismo año, el Presidente de la República Luis Guillermo Solís visitó la comunidad y prometió abogar por el reconocimiento del régimen de Comanejo del Parque Nacional Cahuita. El mandatario junto con el Ministro de Ambiente y Energía, Edgar Gutiérrez, emitieron el Acuerdo No 26-14 del MINAE; éste resolvió un plazo de 6 meses a partir de noviembre de ese mismo año, para que el CONAC junto con las autoridades comunitarias estableciera las condiciones jurídicas y técnicas necesarias, para que el comanejo del Parque Nacional Cahuita continuara operando (Suárez, 2015). A partir de esto, se realizaron reuniones e informes de avance conforme al plan de acción propuesto, fundamentando la legalidad del Modelo de Manejo Compartido del Parque Nacional Cahuita.

A partir de diciembre de 2016, se encuentra vigente el Reglamento del Modelo de Gobernanza Compartida del Parque Nacional Cahuita (N° 40110-MINAE). Este tiene como objetivo regular el funcionamiento del modelo de gobernanza del Parque Nacional Cahuita, de acuerdo a lo que establece la Ley de Biodiversidad N° 7788, su Reglamento Decreto Ejecutivo N° 34433-MINAE, y el Decreto Ejecutivo 39519-MINAE. Este define que "La Gobernanza compartida son áreas protegidas basadas en mecanismos y proceso institucionales en los que, formal o informalmente varios actores, tanto de la Administración Pública como ajenos a ella, comparten las responsabilidades, la toma de decisiones y los beneficios" (Sistema Costarricense de Información Jurídica, 2017)

Además, establece que en el Parque Nacional Cahuita, dicho modelo se llevará a cabo por medio del Consejo Regional del Área de Conservación y el Consejo Local del Parque Nacional Cahuita, de conformidad con sus respectivas competencias. Dichos Consejos fomentarán la participación activa y organizada de la sociedad civil y entes y órganos públicos en la toma de decisiones y acciones propias del manejo del Parque Nacional Cahuita (Sistema Costarricense de Información Jurídica, 2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de insumos del MINAE, 2017 y Asociación de Desarrollo Integral de Cahuita

2,3 Crecimiento urbano

Durante las últimas tres décadas, la degradación del medio ambiente y de los cuerpos de agua del país, particularmente en el Gran Área Metropolitana (GAM), se ha vuelto cada vez más costosa en términos humanos y económicos. El mayor reto en el país es la baja cobertura de alcantarillado, particularmente el bajo porcentaje de agua tratada antes de ser descargada en los ríos. La construcción de la nueva planta de tratamiento en el GAM es un paso en la dirección correcta hacia el aumento de este porcentaje. En términos de abastecimiento de agua, faltan estudios de medición de la contaminación de los acuíferos utilizados para el suministro de agua. La variabilidad y el cambio climático, así como los cambios en el uso de la tierra, como la urbanización, han resultado en graves inundaciones en las principales ciudades del país (Hidalgo et al., 2015).

Un análisis preliminar del crecimiento urbano a partir de la serie histórica de uso del suelo 1987-2013 (Agregata, 2015), muestra que durante el periodo 2008-2013, en las sub-cuencas del Río Grande de Tárcoles y Río Virilla del GAM, se produjo una expansión del área urbana de 2.366 hectáreas. El 31% (730 ha) se originó sobre áreas de recarga acuífera, de las cuales 448 ha se ubicaron fuera del anillo de contención de la GAM

(ver Mapa 1). Si bien existen regulaciones que obligan a los constructores de nuevas urbanizaciones a proporcionar un sistema para la disposición del agua de lluvia, desafortunadamente, una vez que se han aprobado los permisos de construcción, esta infraestructura con frecuencia es abandonada (Hidalgo et al., 2015).

La falta de control de la expansión urbana, en especial la que se produce sobre los mantos acuíferos de la GAM, así como la falta del reforzamiento de la implementación de medidas de mitigación de los efectos del crecimiento urbano sobre la infiltración, contribuirán con la frecuencia y severidad de las inundaciones aguas abajo, así como también con el desabastecimiento de agua de origen subterráneo. Se requieren más estudios para determinar la solución a estos problemas, los cuales son específicos para cada cuenca, asimismo se requiere un mejor control por parte de los municipios y ministerios para asegurar el correcto funcionamiento e implementación de medidas para mitigar el impacto de la urbanización sobre los procesos de infiltración (Hidalgo et al., 2015).

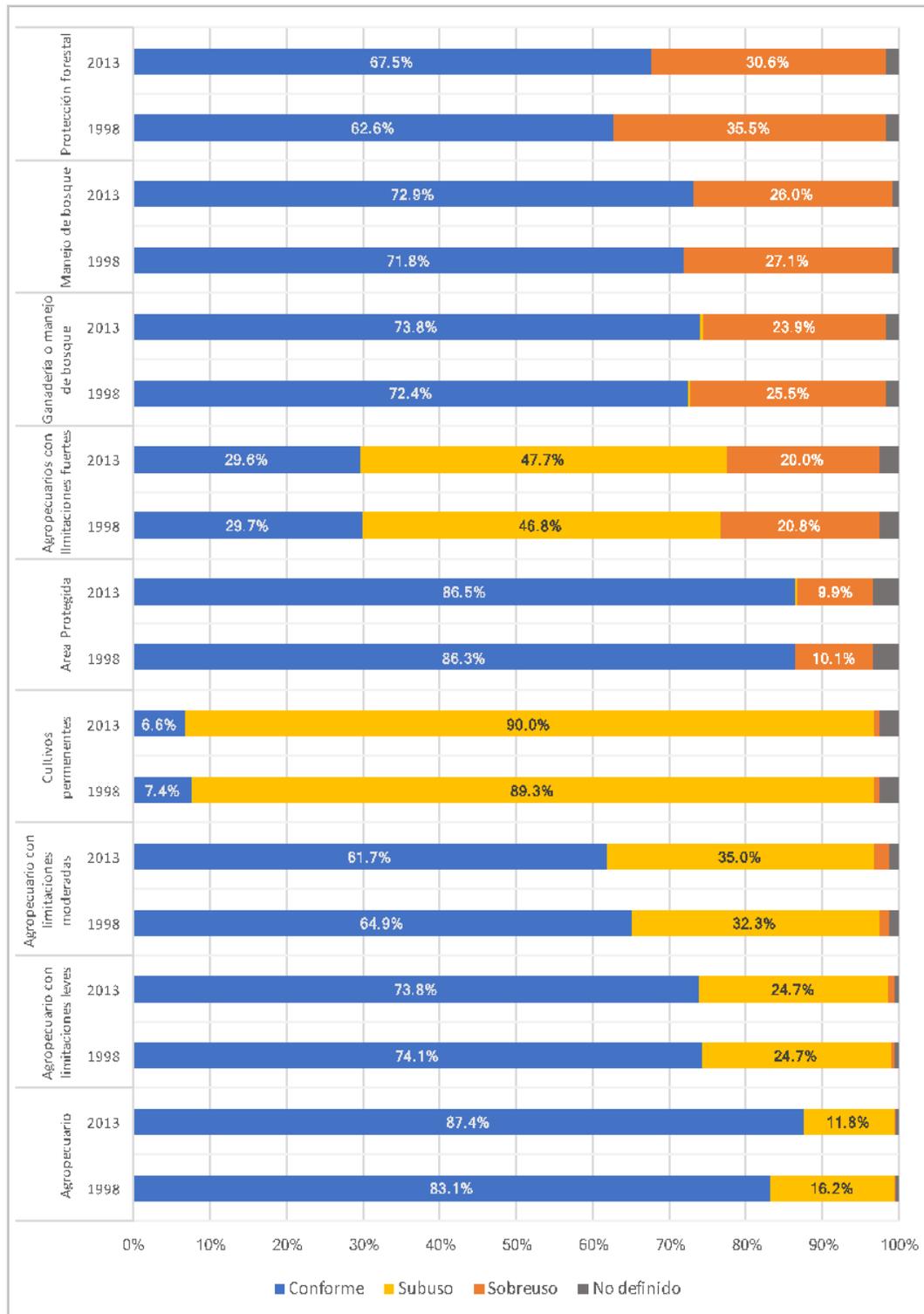
2,4 Conclusiones

En los últimos quince años, en Costa Rica no ha habido cambios significativos en la condición del uso del suelo con respecto a su capacidad, exceptuando para el uso agropecuario, en donde se aprecia una leve mejora en el uso con respecto a 1998. Para el 2013, el 86% del territorio nacional presenta uso del suelo conforme a su capacidad o bien se encuentra en sub-uso (43.565 Km².), donde resalta la alta proporción de tierras en sub-uso para la categoría de cultivos permanentes (6.842 km²). Solamente un 12% del territorio nacional presenta una condición de sobreuso (6.214 km²), no obstante, de acuerdo con el censo agropecuario un 97% del total de fincas agrícolas realizan al menos una práctica para la protección del medio ambiente. En este sentido, Costa Rica se comprometió a restaurar un millón de

hectáreas, incluyendo la restauración de pastos para la producción de leche y carne de vacuno, el establecimiento de plantaciones de café con sombra y el manejo forestal de bosque maduro fuera de áreas protegidas.

En relación con el crecimiento urbano, entre 1998 y el 2013, se produjo una expansión del área urbana de 2.366 hectáreas donde el 31% (730 ha) se originó en áreas de recarga acuífera, de las cuales 448 ha se ubicaron fuera del anillo de contención de la GAM. La falta de control de la expansión urbana, en especial la que se produce sobre los mantos acuíferos, así como la falta del reforzamiento de la implementación de medidas de mitigación de sus efectos sobre la infiltración, contribuirán con la frecuencia y severidad de las inundaciones aguas abajo, así como también con el desabastecimiento de agua de origen subterráneo.

Gráfico N° 1 Condición del uso del suelo con respecto a su capacidad, evaluado para el territorio nacional en 1998 y 2013,



Fuente: Elaborado por el autor a partir de la serie histórica 1987-2013 (Agresta, 2015), y el mapa de capacidad de uso del suelo provisto en el Atlas Digital de Costa Rica 2014 (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2014).

Tabla 1 Correspondencia utilizada para la evaluación de la condición del uso del suelo con respecto a su capacidad de uso.

Capacidad de uso		Condición de uso	Agropecuario	Agropecuario con limitaciones fuertes	Agropecuario con limitaciones leves	Agropecuario con limitaciones Moderadas	Área Protegida	Cultivos permanentes	Ganadería o manejo de bosque	Manejo de Bosque	Protección forestal
Uso del suelo	Áreas Urbanas	Sobreuso	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cultivos	Conforme	X		X	X		X			
		Sobreuso		X			X		X	X	X
	Humedales	Conforme		X						X	X
		Sub-uso	X		X	X	X	X	X		
	Otras tierras	Conforme	X		X	X		X			
		Sobreuso		X			X		X	X	X
	Pastizales	Conforme	X	X	X	X			X		
		Sobreuso					X			X	X
		Sub-uso						X			
	Tierras forestales	Conforme					X		X	X	X
		Sub-uso	X	X	X	X		X			

Fuente: Elaborado por el autor a partir de la serie histórica 1987-2013 (Agresta, 2015), y el mapa de capacidad de uso del suelo provisto en el Atlas Digital de Costa Rica (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2014).

Tabla 2 Distribución del territorio nacional de acuerdo a la condición del uso del suelo con respecto a su capacidad, evaluado para el uso del suelo en el 2013 (Área en km²)

Capacidad de uso	Conforme	Sub-uso	Sobre-uso	No definido	Total, capacidad de uso
I. Agropecuario	145	20	0	1	165
II. Agropecuario con limitaciones leves	3.099	1.036	34	31	4.200
III. Agropecuario con limitaciones moderadas	3.954	2.244	120	93	6.411
IV. Agropecuarios con limitaciones fuertes	2.570	4.145	1.735	233	8.683
V. Ganadería o manejo de bosque	508	4	164	12	688
VI. Cultivos permanentes	501	6.842	52	210	7.606
VII. Manejo de bosque	5.997		2.139	85	8.221
VIII. Protección forestal	1.582		718	43	2.343
Área Protegida	10.901	17	1.251	439	12.608
No definido				36	36
Total, uso del suelo	29.257	14.307	6.214	1.183	50.962

I. Agropecuario: I

II. Agropecuario con limitaciones leves: II, IIs12h1, IIs2, IIs23e1c3, IIs2c3, IIs2e1, IIs2h1, IIs2h12, IIs2h2, IIs2h2c3.

III. Agropecuario con limitaciones moderadas: III, IIIe1, IIIs1, IIIs12, IIIs123e1, IIIs123e12, IIIs12e1, IIIs12e12, IIIs12h1, IIIs12h12, IIIs1e12, IIIs2, IIIs23e1, IIIs23e12, IIIs23e1c3, IIIs2e1, IIIs2e1c3, IIIs2h.

IV. Agropecuario con limitaciones fuertes: IV, IV s12e12, IVe1, IVe12, IVh2, IVs123e1, IVs123h1, IVs12e12, IVs12e1h1, IVs12h1, IVs12h12, IVs12h12c3, IVs12h1c3, IVs13, IVs13c12, IVs13e1, IVs23e1c3, IVs2e1, IVs2e1c3

V. Ganadería o manejo de bosque: V, Vs12h12, Vs1h12

VI. Cultivos permanentes: VI, VIe12, VIs123e12, VIs23e1

VII. Manejo de bosque: VII, VIIe1, VIIe12, VIIs12, VIIs123e12, VIIs13c12, VIIs13e12, VIIs1e12, VIIs2e12

VIII. Protección forestal: VIII, VIIs13e12, VIIs1e12, VIIs1h12

Área Protegida: AP

Fuente: Elaborado por el autor a partir de la serie histórica 1987-2013 (Agresta, 2015), y el mapa de capacidad de uso del suelo provisto en el Atlas Digital de Costa Rica (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2014).

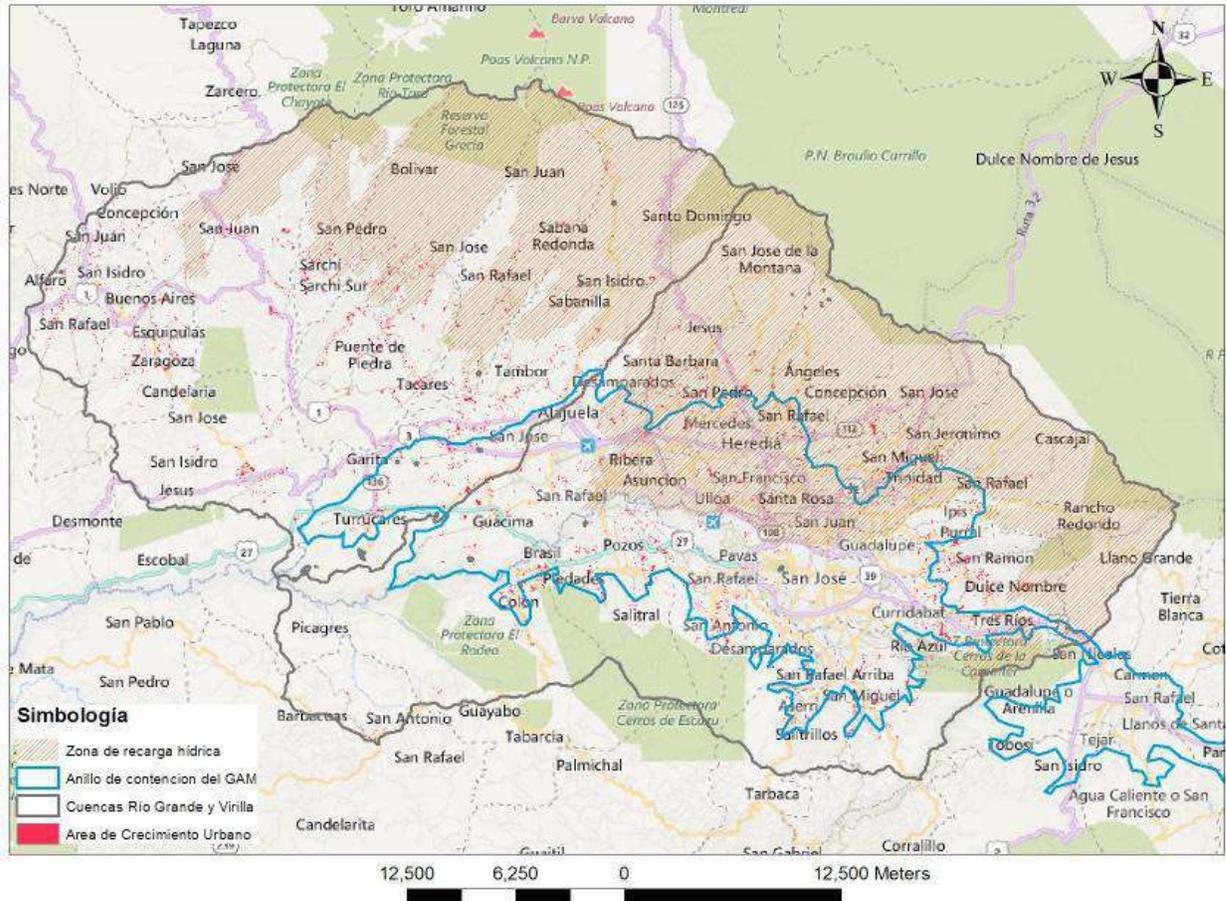
Tabla 3 Principales iniciativas de mitigación y adaptación al Cambio Climático del sector uso de tierra en Costa Rica.

	uso	Área (ha)	Potencial de restauración (ha)	Porcentaje del área bajo uso actual	Técnica de restauración y adaptación al CC	Objetivo Aichi
NAMA Ganadería	Pastos por debajo de 1600 m (producción de carne) y pastos por encima de 1600 m (producción de leche)	1.069.527	100.000	9%	Silvopasturas	7, 14, 15
	Pastos por debajo de 1600 m (producción de carne)		255.000	24%	Pasturas mejoradas	
			100.000	9%	Enriquecimiento y regeneración pasiva en pastos abandonados (intensificación en pastos mejorados promueve el abandono de pastos)	
REDD	Pastos para la producción de carne de vacuno y leche (no considerados en el NAMA Ganadero)	650.000	70.000	11%	Establecimiento de plantaciones forestales para la producción maderera	5, 7, 14, 15
NAMA Café	Café de sombra (alrededor del 90% del área incluyendo 500-600 ha de café orgánico)	83.633	22.500	27%	Manejo de fertilizantes, uso de fertilizantes de liberación lenta para reducir la carga de P y N	7, 8, 14, 15
	Café sin sombra (en torno al 10% del área, principalmente en el Valle Central)		2.500	3%	Sistema agroforestal y manejo de fertilizantes, plantación de árboles y uso de fertilizantes de liberación lenta	

	uso	Área (ha)	Potencial de restauración (ha)	Porcentaje del área bajo uso actual	Técnica de restauración y adaptación al CC	Objetivo Aichi
Reconocimiento de Beneficios Ambientales	Piña, banano y palma aceitera	147.971	25.000	17%	Plantación de árboles en contorno para disminuir la erosión e incorporación de residuos de cultivos en el suelo, manejo de fertilizantes y restauración de bosques ribereños	
REDD y Clúster Forestal	Bosque secundario fuera de áreas protegidas	400.000	125.000	31%	Manejo de bosques secundarios para la producción de madera en áreas con riesgo previsto de deforestación	5, 7, 11, 14, 15
	Bosque maduro fuera de áreas protegidas (puede ser de hoja caduca, de tierras bajas y premontano, o bosque montano)	800.000	150.000	19%	Manejo de bosques maduros para la producción de madera en áreas con riesgo previsto de deforestación	
			150.000	19%	Aumento del área en conservación con PSA	
Total		3.151.131	1.000.000	32%		

Fuente: (Andrasko et al., 2017)

Mapa N° 1 Crecimiento urbano dentro y fuera del Anillo de Contención de la Gran Área Metropolitana y su impacto en las zonas de recarga de acuifera, observado durante el periodo 2008 – 2013, en las sub-cuencas del Río Grande y Río Virilla.



Fuente: Elaborado por el autor a partir de la serie histórica 1987-2013 (Agresta, 2015), Mapa de Zonas de prioridad para la densificación – Plan GAM 2013 (Secretaría Técnica Plan GAM 2013-2030, 2013) y el Mapa de fuentes de acueductos y sus áreas de recarga (Losilla, 1992).

3. Crecimiento urbano y transporte

El crecimiento urbano y el transporte son factores que se desarrollan de manera directa. Una rápida urbanización se da debido a las ventajas de localización, vinculadas con la posición geográfica de las ciudades con respecto a las vías de comunicación y transporte (Obregón, 2014). De 2005 a 2015, el aumento de la flota vehicular se mantuvo alrededor del 7% anual, mientras que durante todo el período el crecimiento de la población fue de un 23.3% (XXI Informe Estado de la Nación, 2015; XXII Informe Estado de la Nación, 2016).

Los últimos quince años han sido testigos de un rápido y desordenado crecimiento urbano, sin una clara definición del tipo de ciudad que se quiere. Mientras tanto, el tema de ordenamiento territorial, o incluso de planificación urbana, no avanza, producto en mucho de los intereses creados o de choques entre los sectores privados y públicos, y los efectos en el ambiente y la calidad de vida se agudizan. Existe una tendencia al abandono de los espacios públicos, el crecimiento urbano horizontal y el desdoblamiento de centros urbanos (Jiménez, 2017). En las costas, el

crecimiento urbano viene impulsado por el auge turístico y la explosión residencial turística (Jiménez, 2016; Román, 2007). La movilidad es creada alrededor del vehículo privado, fragmentando aún más las ciudades y contribuyendo con el problema vial, la contaminación y la emisión de gases de efecto invernadero. El sector transporte requiere de una rápida transformación si se quiere alcanzar la meta del carbono neutralidad en el 2021.

3.1 Concentración urbana

Costa Rica cuenta con una extensión de 51.100 km², una población de aproximadamente 4.652.459 habitantes y una densidad de 95 habitantes por kilómetro cuadrado (Chacón, Jiménez, Rojas, Ramírez, 2015). La población ha venido en constante aumento: en el año 1950 el país contaba con 268.286 habitantes, y para el año 2011 esta cifra se incrementó a 3.452.158 habitantes, pasando la población urbana (Cuadro 1) de un 33,49% de la población total a un 72,87% en esos mismos años (Jiménez, 2017).

Al aumentar la población, aumenta la cantidad de construcciones. En el año 1982 el INVU crea el Plan Regional de Desarrollo Urbano Gran Área Metropolitana (GAM-82), por la necesidad de regular el desarrollo urbano de las ciudades y centros de población del Valle Central, principalmente dentro del territorio que se designa Gran Área Metropolitana (SCIJ, 1982). Dicho Plan propone (Mapa 2) el Anillo de Contención de la GAM 82. La GAM está conformada por 3 municipios de Alajuela, 6 de Cartago, 9 de Heredia y 13 de San José (MIVAH, Plan de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana, 2012), ocupa el 3,8% del territorio nacional, y concentra el 52,7% de la población total del país, constituyéndose en la zona urbana más habitada (OUGAM, 2016).

En los últimos 30 años se ha vivido un proceso de *metropolización* en el Valle Central: el área construida se expandió de forma notoria entre el año 1982 y el 2013, pasando de unas 15.000 hectáreas a aproximadamente unas 32.000 hectáreas de área construidas (Gráfico 2). Se amplió el área urbanizada con patrones difusos, mediante la ocupación de espacios vacíos en los bordes o incluso dentro áreas urbanas ya consolidadas, dejando de lado la dispersión urbana en zonas lejos de las ya consolidadas. Entre los años 1984 y 2011, la mancha urbana de la GAM ha crecido de manera lineal y centrífuga, la

población ha crecido y con ello la cantidad de viviendas ocupadas (Gráfico 3) (XXI Informe Estado de la Nación, 2015).

En San José, por ejemplo, el descontrolado y rápido crecimiento urbano ha provocado desequilibrios, congestionamiento y contaminación; la localización de áreas residenciales en la zona sur que no cuentan con una infraestructura básica; y la ocupación de suelos no aptos para el desarrollo urbano (MIVAH, Plan de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana, 2012).

3.2 El Anillo de Contención de la GAM

El Anillo de Contención, creado con el Plan GAM-82, define el límite de contención urbana en aras de resguardar zonas de protección y agropecuarias de la GAM (MIVAH, Plan de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana, 2012). El 23 de febrero del 2010 se publicó el Decreto Ejecutivo 35748-MP-MINAET-MIVAH, el cual permitió la ampliación de dicho anillo hasta en 200 metros, estableciendo coberturas de construcción de 50%. De acuerdo con los estudios realizados por el Proyecto de Planificación Regional y Urbana de la Gran Área Metropolitana (PRUGAM), de los 27 millones de metros cuadrados que se abrieron para la urbanización (se incluyen desde condominios hasta

proyectos de interés social), 20 millones de metros cuadrados no son aptos técnica ni ambientalmente para la construcción (Asociación Nacional de Empleados Públicos y Privados, 2010).

En diciembre del 2012, el Consejo Nacional de Planificación Urbana propone que el Instituto Tecnológico de Costa Rica asuma la Secretaría del Plan Nacional de Desarrollo Urbano, cuyo objetivo es consolidar a partir de estudios, cartografías y procesos adelantados hasta esa fecha, la actualización de la planificación regional (MIVAH, Plan Nacional de Desarrollo Urbano para la Gran Área Metropolitana 2013, 2013). En abril de 2014, se oficializa el Plan Regional de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana, conocido como el Plan GAM-2013-2030 (MIVAH, Plan Nacional de Desarrollo Urbano para la Gran Área Metropolitana 2013, 2013).

A partir de la ampliación del anillo de contención, en el año 2011 y siguientes se ha presentado un aumento en la cantidad de permisos para la construcción residencial, especialmente en el segmento de apartamentos y condominios (Gráfico 4), a pesar de que hubo una leve reducción en la cantidad de bonos familiares de vivienda. Además, la cantidad promedio de metros cuadrados de construcción residencial se incrementó de 91m² en el año 2013 a 96 m² en el 2014 si bien

los costos de construcción residencial de la GAM son los más altos (cuadro 4) (XXI Informe Estado de la Nación, 2015). Un problema que persiste es la construcción de viviendas fuera de los límites de anillo de contención hacia terrenos agropecuarios o de usos naturales, que no presentan tan fuertes pendientes ni problemas de abastecimiento de agua (FUPROVI, 2017).

Del 2000 a la actualidad, la mancha urbana y la proliferación de urbanizaciones cerradas bajo régimen de condominio han sido los aspectos más negativos. Desde el 2005, las urbanizaciones cerradas cuentan con el Reglamento de Condominios, el cual les brinda beneficios como ser eximidos de las cesiones para calles y áreas públicas indicadas en la Ley de Planificación Urbana (Jiménez, 2017).

3.3 Precarios

En la GAM no solamente se ha dado la construcción de áreas residenciales y condominios, la existencia de precarios es muy notoria. Según el primer Catastro nacional de asentamientos pobres, realizado por Techo, son unos 394 precarios. San José y Pococí son los cantones con más concentración de precarios. El 61,7% de los precarios no cuentan con agua potable, un 16% invaden fincas del Estado y un 12,9%

carecen de electricidad (Barrantes, 2014). Debido a la situación de estos asentamientos, el Banco Hipotecario de la Vivienda realizó una inversión de ¢5.000 millones para los sectores de Los Guidos y La Capri, en mejoras de vivienda e infraestructura (Hérmendez, 2008). Los precarios beneficiados fueron Las Victorias, Las Mandarinas y el 25 de Julio. Se construyeron condominios habitacionales además de mejoras en calles, cordón y caño y bulevar, mejorando de igual forma el paso vehicular y peatonal (Barrantes, 2014).

Un aspecto preocupante es que muchos de estos tugurios han venido creciendo o asentándose en zonas de alta vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos o deslizamientos, como las áreas de protección de ríos o áreas de elevada pendiente. Un caso que destaca es la expansión de Los Cuadros en Goicoechea que creció un 83% en solo cuatro años, del 2012 al 2016 (Jiménez, 2017b)

3.4 Construcción

A pesar de existir leyes y requisitos para la edificación, el sector de la construcción es poco supervisado. Existen cantones donde el incumplimiento de requisitos de construcción ronda incluso el 75%. Sin embargo, en términos generales el porcentaje de construcciones sin

permiso municipal disminuyó a 15% en 2015 desde un 23% en 2009 (CFIA, 2016). Ese porcentaje corresponde al 25% en la Municipalidad de San Rafael de Heredia, quien tampoco cuenta con un plan de ordenamiento territorial ni reglamento actualizado, y que representa el tipo de problemática en esta materia (CGR, 2013).

Para la utilización de un terreno y la edificación sostenible se han desarrollado metodologías y regulaciones, siendo la queja constante de las cámaras el encarecimiento de los costos de construcción (Pujol, 2017). En el marco de la actualización del Reglamento de Fraccionamientos y Urbanizaciones y del Reglamento de Construcciones, así como de la elaboración del Reglamento de Renovación Urbana en el año 2015, los sectores inmobiliarios y asociados a las construcciones dificultaron la discusión abierta de las propuestas normativas, por lo cual las normas que siguen rigiendo son las decretadas en 1982. Estos reglamentos privilegian la concentración de viviendas, no atienden la creación de espacios públicos desde una perspectiva ambiental o de tejido urbano y no abren espacios de participación pública (Jiménez, 2017).

Una excepción es quizás el decreto N° 32967-MINAE, Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto

Ambiental, entre cuyas varias metodologías incluye los IFAS.⁴ Sin embargo, se ha notado que la forma en que se realiza el cálculo de los mismos⁵ en realidad subestima las amenazas naturales, ya que se mezcla la información con variables que no representan restricciones a los usos intensivos del suelo con respecto a la reducción del riesgo futuro (Barrantes, 2016).

Otro tema asociado a las construcciones se refiere a las necesidades de servicios que deben acompañarlas. Por ejemplo, las plantas de tratamiento –cuyos requisitos están delineados en el decreto N° 39887-S-MINAE– para el manejo de aguas constituyen un problema estratégico para el país, pues muchas son mal administradas entre los condóminos y no es posible exigirles en todas las construcciones (Pujol, 2017).

3.5 Desarrollo costero

El auge turístico que se viene experimentando desde hace dos décadas particularmente en el pacífico costarricense está provocando algunos de los mismos

problemas que ha ocasionado el desorden urbano en la GAM con un gran impacto sobre los ecosistemas costero-marinos. A la par del crecimiento urbano, se dan procesos de parcelamiento agrícola con fines de turismo residencial y una expansión de infraestructura asociada al sector turismo. El sector de la construcción costera experimenta un gran dinamismo a partir del 2002 y aunque se concentra en Guanacaste, también se desarrolla en la provincia de Puntarenas, en el Pacífico sur, para un pico en la tasa de metros de construcción en 2005-2006 (69,5% en Guanacaste y 44,3% en Puntarenas). El 70% del total construido en el país en 2006 obedece principalmente al sector residencial. De ese porcentaje, los cantones con mayor área construida son Garabito, Puntarenas con 6,8% y Santa Cruz con 6,5%. Ambos cantones también presentan entre los mayores porcentajes de construcción comercial para el mismo período. La inversión total extranjera en el sector inmobiliario para 2004-2006, promedió un 25% del total de IED, lo que explica en parte ese dinamismo constructivo, que incluye varios megaproyectos hoteleros y marinas (Román, 2007; Jiménez, 2017).

Por otra parte, la Contraloría General de la República ha señalado en diversas ocasiones la débil gestión de las municipalidades costeras, tanto en resguardo de la zona marítima terrestre como en la ejecución y

⁴ Índice de fragilidad ambiental (IFA): se define como el balance total de carga ambiental de un espacio geográfico dado que sumaliza la condición de aptitud natural del mismo (biótica, gea y de uso potencial del suelo), la condición de carga ambiental inducida, y la capacidad de absorción de la carga ambiental adicional, vinculada a la demanda de recursos." (Decreto N° 32967-MINAE)

⁵ "La forma de calcular el Índice de Fragilidad Ambiental (IFA) de un espacio geográfico dado, se obtiene de la suma de todos los puntos, por medio de la ecuación: IFA Integrado = IFA Bioaptitud + IFA Edafoaptitud + IFA Geoaptitud + IFA Antropoaptitud" (Decreto N° 32967-MINAE).

aprobación de planes reguladores costeros, la falta de espacios adecuados de participación ciudadana, la falta de control y supervisión, y la falta de una adecuada valoración de los impactos ambientales, problemas que se vuelven críticos frente a la explosión inmobiliaria. Otros estudios han señalado impactos ambientales en relación con la reducida oferta hídrica –y la alta demanda de riego de los campos de golf por ejemplo-, la salinización de pozos, contaminación por aguas residuales, aguas negras y desechos sólidos, movimientos de tierra, cambio de usos de suelo en manglares, entre otros (Román, 2007; Jiménez 2017). En este contexto, la inexistencia de normas de ordenamiento territorial local ha dado pie a interpretaciones de la normativa nacional que han sido erróneas y que perjudican la adecuada defensa de los recursos naturales y el bienestar de las comunidades (Jiménez, 2016).

3.6 Municipalidades y planes reguladores

Por ley, las municipalidades del país deben contar con un plan regulador para la planificación del uso del territorio. Este busca un balance entre el crecimiento urbano, la protección del ambiente y la competitividad de los cantones. Sin embargo, el país experimenta una alarmante carencia

de planes de desarrollo urbano a nivel local que repercute negativamente en la calidad de vida de la población. A pesar de que ha existido mayor inversión en la elaboración de los planes reguladores, únicamente 42 de las 81 municipalidades existentes cuentan con algún tipo de planificación urbana. Entre estas se encuentran: San José, Alajuela, Grecia, Valverde Vega, Cartago, Paraíso, Belén, Flores, Puntarenas, Esparza, entre otras. Municipios como Palmares, Tarrazú, Hojancha y Orotina, están entre los que carecen de algún tipo de estrategia para regular su crecimiento. Por otro lado, varios de los planes reguladores vigentes son parciales, concentrándose únicamente en las áreas ya urbanizadas, o no han sido revisados con la periodicidad esperada (Jiménez, 2016; Jiménez, 2017). Algunos de estos planes parciales cuentan ya con la viabilidad ambiental (ver mapa 6), pero a nivel cantonal solamente 13 de los 81 cantones: Alajuelita, Curridabat, Goicoechea, San José y Tibás en San José; Naranjo y Sarchí en Alajuela; Alvarado y La Unión en Cartago; Guácimo y Siquirres en Limón; Esparza y Montes de Oro en Puntarenas (SETENA, 2017, <https://setena.go.cr/planes-reguladores-cantonales/>).

Los resultados del Índice de Gestión Municipal realizado por la Contraloría General de la República en el 2014, muestran un sector municipal con un

ritmo de avance lento. En particular, el eje 3 Gestión de Desarrollo Ambiental, el cual toma en cuenta aspectos como aseo de vías y sitios públicos, recolección, depósito y tratamiento de residuos, así como el eje 5 Gestión de Servicios Sociales, que evalúa aspectos como parques y obras de ornato, muestran serias dificultades para su ejecución, producto de la tenencia de tasas desactualizadas o inexistentes que impiden la inversión para su desarrollo (CGR, 2014).

3.7 Transporte

La cantidad de vehículos en Costa Rica ha aumentado anualmente a una tasa promedio del 7% (gráfico 5) (Herrera, J. 2016). En 2015, esta había crecido un 5% entre 2013/2014 y entre 2014/2015 aumentó un 6,5%, mientras que, en los 15 años transcurridos antes del 2013, su tamaño se había duplicado. En ese mismo periodo, la población por su parte solo había aumentado en un 23,3%.(XXI Informe Estado de la Nación, 2015; XXII Informe Estado de la Nación, 2016).

Para el año 2011, como se muestra en el gráfico 6, aproximadamente el 45% de las viviendas poseen un vehículo de uso particular, y para el país es de aproximadamente un 38%. (Loría, 2014, p. 5). La tasa de vehículos por cada 1.000 habitantes en Costa Rica también ha venido

aumentando gradualmente, pasando de 132 en 1994 a 263 en el 2014 (MINAE, 2015). Con el dato correspondiente al año 2014 y considerando una familia promedio de 5 personas, el número de vehículos por familia resultó ser para ese año de 1,32 vehículos/familia. (Electricidad, 2016). Los vehículos particulares representan con 41%, la principal contribución de emisiones de CO₂ del sector transporte, con un promedio de 200 C₂/km muy alejado del promedio de 120-160 CO₂/km adoptado en otros países (MINAE, 2015).

El parque automotor costarricense tiene una edad promedio de 16 años, por lo cual es esperable una reducción en la eficiencia en la combustión de estos vehículos y por ende un incremento de los niveles de emisiones contaminantes. Aún más, la legislación permite la importación de vehículos con más de 15 años de antigüedad, un 24% del total en 2014, así como la importación de vehículos nuevos poco eficientes en el consumo de combustibles. Podría pensarse en modificaciones a la legislación que incluyan el pago del derecho de circulación vinculado a la cantidad de emisiones del vehículo o a la eliminación de la restricción vehicular para los autos eléctricos o híbridos, como medidas para ir promoviendo una renovación de la flota vehicular hacia una más eficiente (MINAE, 2015).

Las vías colapsadas generan gastos para la población que se traducen en contaminación del ambiente, tiempo perdido en congestión, mayor consumo de combustible, menor uso del transporte público, entre otros (Loría, 2014, p. 11). Los análisis apuntan a que el país no podrá desprenderse del uso de hidrocarburos por las necesidades del sector transporte al menos en unas tres décadas, por lo que la clave de mejora en este aspecto apunta a la mejora en la calidad de los combustibles (XXII Informe Estado de la Nación, 2016).

El caos vial y la meta de carbono neutralidad al 2021 obligan a la búsqueda y puesta en acción de una variedad de medidas dirigidas a la integración de los modos de transporte, la integración de rutas, tarifas unificadas, cobro electrónico, flotilla con mayor capacidad, menor consumo de hidrocarburos y menores emisiones de GEI, disminución de los tiempos de acceso, tránsito y los cambios de modos de transporte. Todas estas medidas pueden influenciar a las personas a buscar otros modos de transporte alternativo al vehículo particular (González, 2013).

3.8 Infraestructura vial y transporte público

La GAM es una de las zonas urbanas más extensas y menos densas de América Latina, lo que, sumado a un

inexistente sistema integrado de transporte, obliga a realizar grandes desplazamientos (MINAE, 2015). En el mapa 7, se observa el tránsito promedio diario (TPD) de la GAM. En San José se da la mayor concentración de TPD: alrededor del anillo de circunvalación, la Autopista General Cañas (San José – Alajuela), la ruta 27 (San José – Santa Ana) y la Florencio del Castillo (San José – Cartago) (Loría, 2014, p. 11).

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes cuenta con una amplia variedad de programas para la creación, actualización y mantenimiento de la infraestructura vial nacional: el Primer Programa de Infraestructura Vial, que involucra proyectos como la carretera a Liberia, el puente sobre el río Virilla y la carretera a San Carlos; el Primer Programa para la Red Vial Cantonal, que involucra tanto al gobierno municipal como al MOPT; el Programa de Obras Estratégicas de Infraestructura Vial, que busca reducir el congestionamiento vial en la GAM (Transportes & Segnini Villalobos, 2015).

Según datos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas y Transportes (MOPT, 2015), la inversión pública bruta en infraestructura es de 307 mil millones de colones, de los cuales el 64% es destinado al transporte terrestre, la mayoría para el mejoramiento de carreteras (Loría, 2014, p. 19). Sin embargo, proyectos de relevancia como la ruta nacional

39, mejor conocida como Circunvalación, lleva 39 años en construcción (Bosque, 2017). Otro ejemplo claro es la nueva carretera Naranjo-Florencia, la cual tuvo orden para dar inicio en octubre de 2005, y a la fecha no se ha terminado (Asociación Pro Nueva Carretera Naranjo Florencia).

Toda la inversión que realiza el MOPT, no es suficiente. Mediante los indicadores del cuadro 4, se puede determinar que la misma no genera satisfacción en la sociedad, por lo tanto, deben buscarse otras soluciones que justifiquen la inversión y disminuyan los costos para la mayoría de los usuarios (Loría, 2014, p. 20). Un aspecto notorio es que la inversión se dirige a la infraestructura vial, dejando de lado otras posibilidades para el transporte intermodal (González, 2013).

La capacidad de movilidad vehicular dentro de la GAM, tanto en volumen de vehículos como en tiempos de viaje, se ha visto cada vez más limitada por el flujo creciente de automotores y la lenta actualización de obras viales. Esto induce al ciudadano a incurrir en una serie de costos que se incrementan con el tiempo y que están relacionados con la congestión vial, los accidentes de tránsito, la contaminación y el deterioro del ambiente (Loría, 2014, p. 18). La red de transporte público, por su parte, mantiene la idea anacrónica de conectar a cada pueblo o comunidad con el centro

de San José, lo cual no refleja las necesidades de las decenas de miles de personas que todos los días viajan en autobús (Koepff, 2015). La red de transporte público en la GAM no es una red, el sistema no está pensado para combinar rutas. Cada ruta existe de manera más o menos independiente. Existen muy pocas paradas compartidas entre varias rutas, lo que significa que para llegar de un lado de la ciudad a otro no solo hay que hacer trasbordo, sino que siempre hay que caminar entre 1.000 y 1.500 metros entre las paradas (Koepff, 2015). Tampoco existen mecanismos intermodales para transitar fluidamente utilizando diversos medios de transporte, por ejemplo, vehículo-bus, bus-tren, bicicleta-bus, y todas las otras variantes.

Cada día cerca de 2.500 autobuses, locales y de larga distancia, llegan al centro de San José, convirtiendo la capital en una gigantesca estación de empalme. Las grandes cantidades de autobuses que entran a los centros metropolitanos bloquean las calles estrechas y causan emisiones y ruido que dañan la naturaleza y atormentan a las personas, mientras la infraestructura vial se desgasta rápidamente bajo el tráfico constante (Koepff, 2015). Para el año 2007, la Corporación Andina de Fomento (CAF), determinó que en San José el tiempo de viaje promedio del transporte público (autobús estándar) es 1,46 veces el tiempo de viaje promedio para el automóvil;

este factor –aunado a otros como inseguridad e impuntualidad, horarios y rutas limitadas, desorganizada ubicación de paradas o estaciones, sobrecarga de pasajeros, tarifas elevadas y mala información al usuario- incentiva el uso del vehículo privado a los usuarios y disminuye la calidad del servicio de transporte público (Loría, 2014, p. 21) (González, 2013).

Aún con una motorización individual bastante alta, el transporte público continúa jugando un papel importante, según se puede ver por ejemplo en el número de viajes diarios (Koepff, 2015). En todo el país, se realizan cerca de 2,23 millones de viajes al día en transporte público, de los cuales el 75% corresponden a la GAM (González, Jiménez 2013: 2). Sobre todo, en la GAM destaca la importancia de los autobuses y – poco a poco –nuevamente del ferrocarril (Koepff, 2015).

Algunas ideas para el mejoramiento del transporte público nacional, podrían cambiar a transporte no motorizado como bicicletas, para lo cual se deben construir ciclo vías adecuadas; reorganizar las rutas, horarios y paradas de los buses, de manera que la interconexión no genere grandes atrasos a los usuarios o le obligue a tomar más de un bus viajando en exceso por tener que ingresar a la capital; un sistema de cobro electrónico, el cual no solo vendría a disminuir el tiempo de abordaje entre paradas, sino que

brindaría seguridad tanto a los usuarios como al chofer, ya que no sería necesario el uso de dinero en efectivo (Koepff, 2015) y brindaría información relevante para la toma de decisiones y la fijación de tarifas – actualmente basada en ocupación promedio-, así como facilitar el transporte intermodal, con bulevares peatonales, parqueos, tarifas unificadas; y aumentar los horarios, rutas y paradas de los trenes, que solo ofrecen servicio en horas pico –y son utilizados por 15.000 personas diariamente- (González, 2013). Una clara política de desarrollo urbano compacto en las cabeceras de provincia y cantón por parte de los gobiernos locales podría favorecer la oferta de servicios, incluidos los de transporte público (MINAE, 2015).

El Programa de Movilidad Urbana Sostenible (PRIMUS), diseñado para la GAM, tiene como objetivo promover e integrar opciones de transporte no motorizado y un transporte público sostenible, que reduzca la demanda del desplazamiento motorizado privada y las emisiones de gases de efecto invernadero (PRIMUS, s. f.).

Costa Rica puede aprovechar claros ejemplos de ciudades latinoamericanas que han mejorado su transporte público, como el caso de Bogotá y Panamá, para mejorar la organización y eficiencia del transporte, utilización y creación de plataformas web, distintas formas de pago, entre múltiples beneficios posibles.

Según la BBC Mundo (2017), Bogotá posee uno de los mejores servicios de transporte. El Sistema TransMilenio, iniciado en 1998, continúa siendo un ejemplo a nivel mundial en diseño e implantación de sistemas de transporte masivo operados con buses de alta capacidad, que además cuenta con servicios alimentadores a los barrios periféricos e intermunicipales, combinando el aumento en el uso de medios de transporte alternativos (como la bicicleta) y desincentivando el uso de automóviles particulares en horarios restringidos, con el fin de evitar la congestión vehicular, y por ende la contaminación ambiental y emisiones de GEI. Su implementación fue pionera como Mecanismo de Desarrollo Limpio a nivel mundial, buscando la sustentabilidad del transporte urbano (Samaniego & Jordán, 2013, p. 61).

En el 2011, Panamá inició el proyecto de la primera línea del metro, la cual fue inaugurada en 2014 y desde entonces diariamente transporta 260 mil personas. La tarifa aproximada es de 202 colones y se cancela mediante tarjetas electrónicas. La expansión de las líneas de metro ya está diseñada y en construcción. Su éxito radica en la respuesta positiva de la ciudadanía. (Gobierno de la República de Panamá, 2017)

3.9 Conclusión

El tema de construcción, urbanismo y transporte urbano es un tema prioritario en Costa Rica, en su búsqueda por lograr la carbono-neutralidad al 2021. A pesar de que ha habido planes y políticas en esta materia, existe un desfase de la legislación en planificación urbana que no contempla aspectos ambientales o de gestión del riesgo. Por otra parte, los planes reguladores –tanto urbanos como costeros– tienen el potencial de convertirse en una herramienta útil y ágil de ordenamiento territorial, pero debido a una multiplicidad de factores en su mayoría relacionados con la gestión de las municipalidades, no lo son. No existe una discusión alrededor de las construcciones previas a la aprobación de la Ley de Planificación Urbana o alrededor del tema de renovación urbana, o de cómo las ciudades pueden contribuir al mejoramiento de la calidad de vida. Tampoco existe una vinculación entre estos temas y la movilidad urbana.

La infraestructura vial y el sector transporte siguen orientados principalmente al vehículo privado. Obras importantes y necesarias se desarrollan con lentitud. Las prioridades para mejorar el transporte público han sido identificadas, pero no se ponen en ejecución, más que de forma marginal, pero ello podría cambiar con la puesta en marcha

del plan PRIMUS entre otros. Se han identificado una serie de medidas tendientes a mejorar el transporte público, es cuestión de implementarlas.

Cuadro N° 1 Población urbana 1950-2011

Año	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2011	2016*
Población	268.286	456.963	707.649	1.012.149	1.532.337	2.320.382	3.452.158	3.772.888
Porcentaje	33,49	34,25	38,83	43,1	50,00	59,05	72,87	76,26

* Dato estimado a partir de la tendencia de la serie.

Fuente: INEC, 2011.

Cuadro N° 2 Proyectos Concluidos de Agua Potable en Comunidades Abastecidas por ASADAS Periodo 2015.

Comunidad Beneficiada	Población Beneficiada
Concepción de Pilas de Buenos Aires	777
Santa Rosa de Buenos Aires	428
Varillal de Nicoya	165
Pilangosta de Hojancha	605
San Rafael de Guatuso	9.860
Pital de San Carlos	6.630
Total	18.263

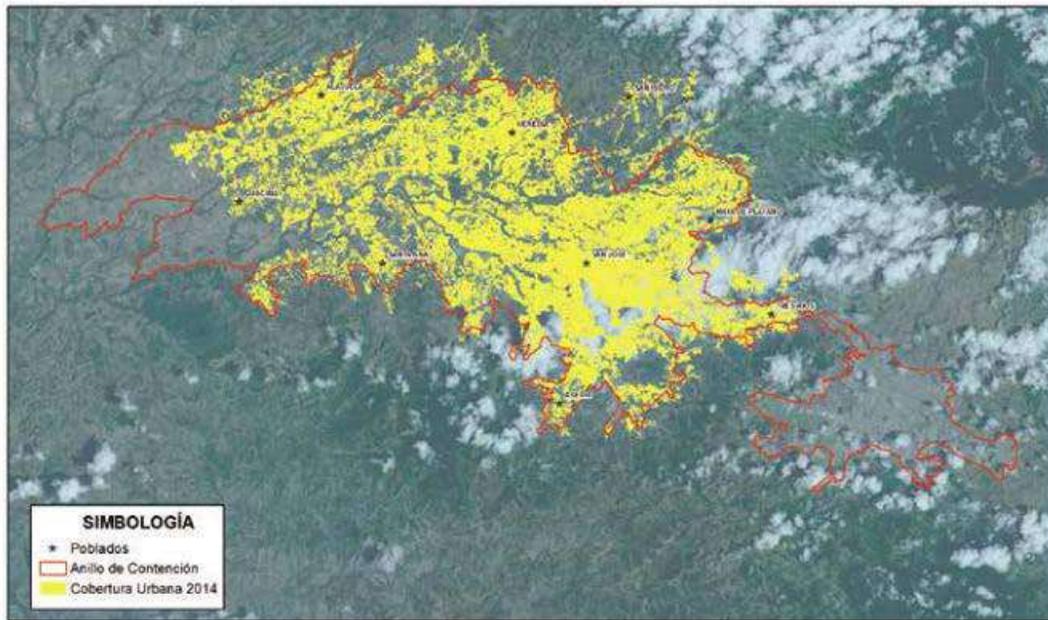
Fuente: Subgerencia Gestión Sistemas Comunales.

Cuadro N° 3 Indicadores con respecto a la satisfacción de vida en Costa Rica.

Tipo	Indicador	Promedio general	Ranking de Latinoamérica	Ranking mundial
Infraestructura del transporte	(In) Satisfacción con las condiciones de las carreteras	49	15	78
Sistema público de transporte	(In) Satisfacción con el sistema de transporte público actual	30	5	24

Fuente: (Loría, 2014, p. 20).

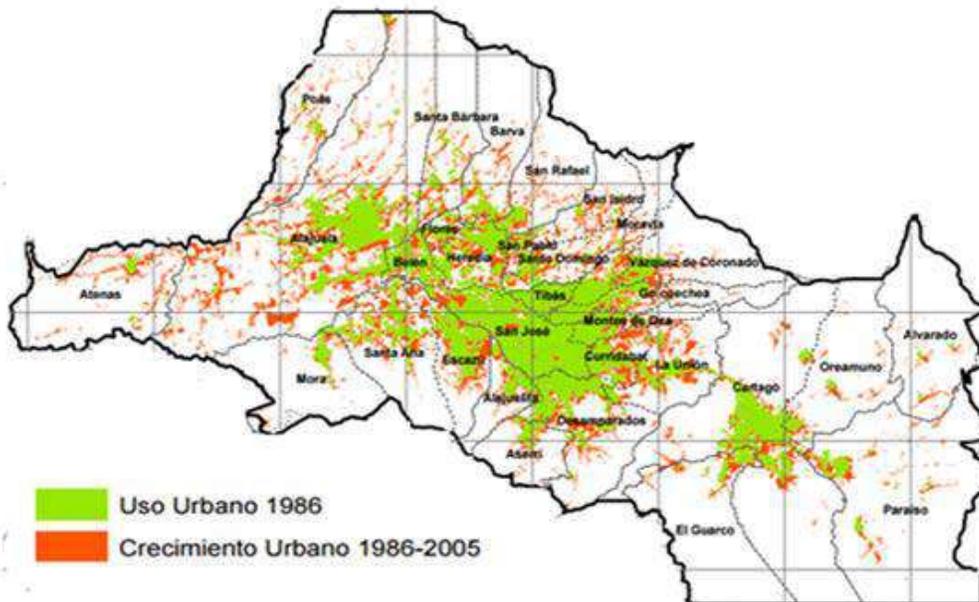
Mapa N° 4 La mancha urbana en la GAM y anillo de contención. 2014



a/ Por falta de información no se incluye la mancha urbana de Cartago.

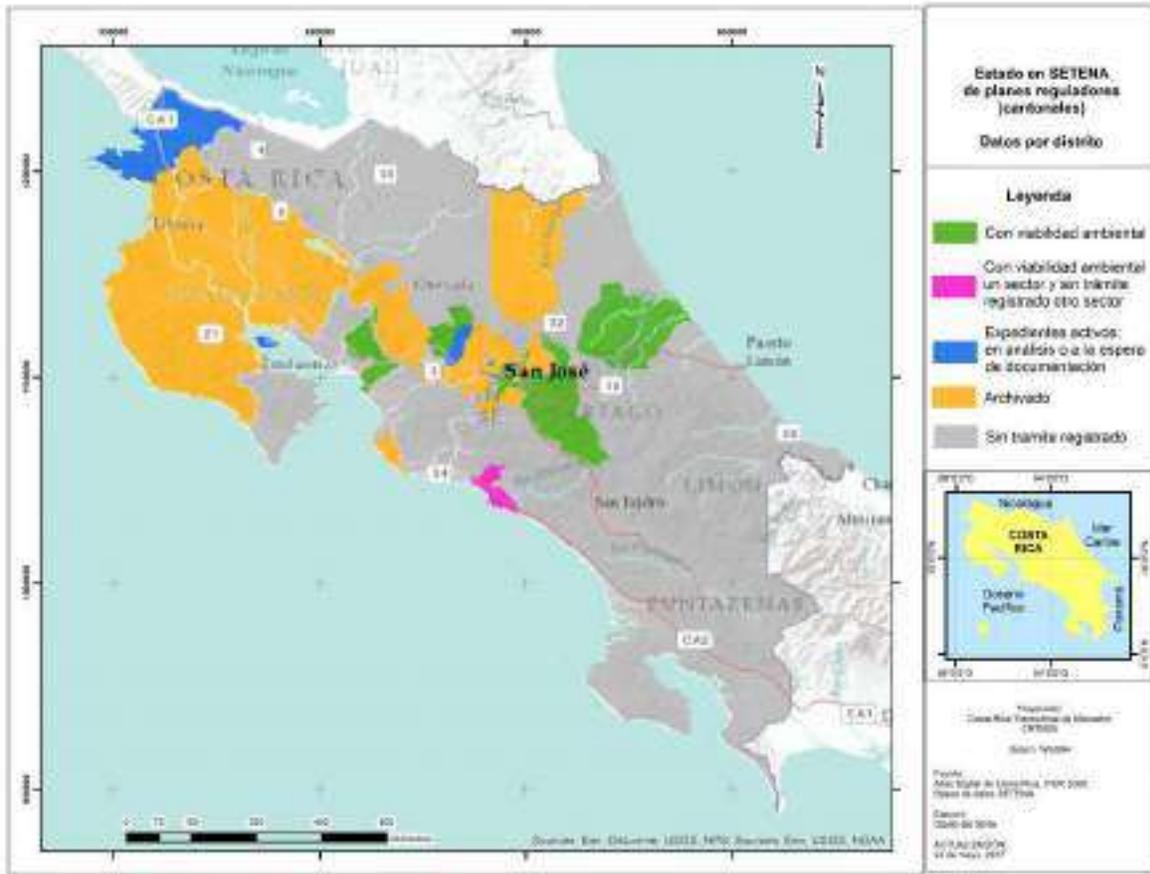
Fuente: Laboratorio Prias-CeNAT

Mapa N° 5 Gran Área Metropolitana: Evolución del crecimiento urbano entre 1986, 2005



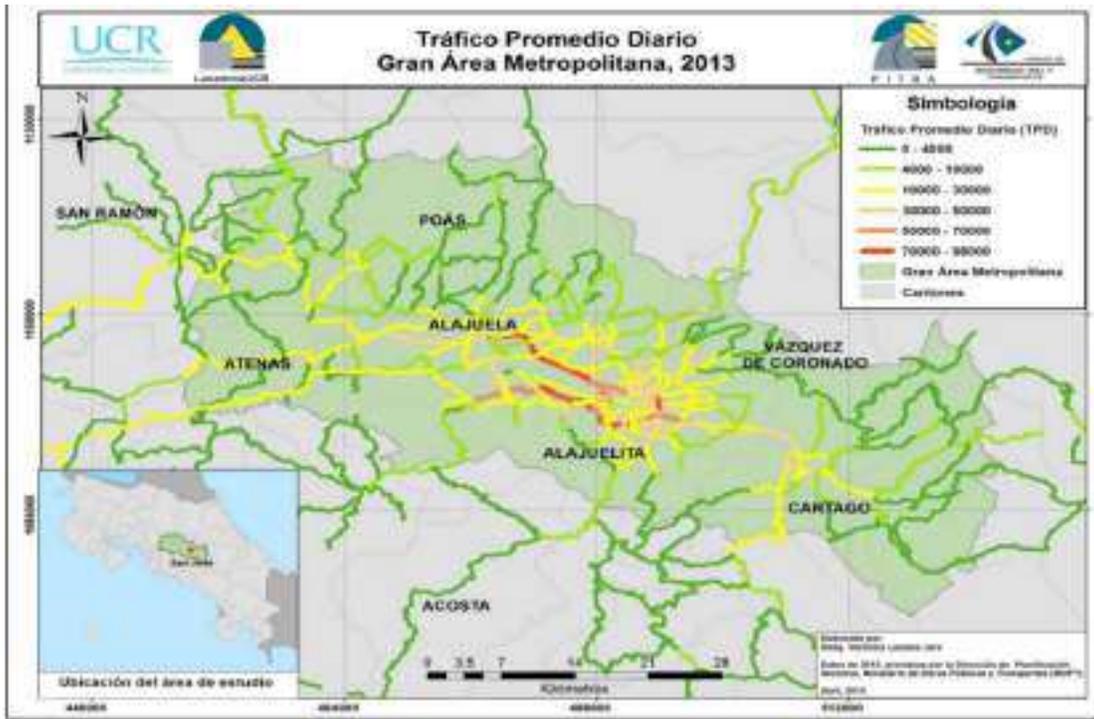
Fuente: INVU, caracterización de las condiciones de vida de la población que conforma el estrato socioeconómico medio costarricense.

Mapa N° 6 Estado en SETENA de los planes reguladores cantonales.



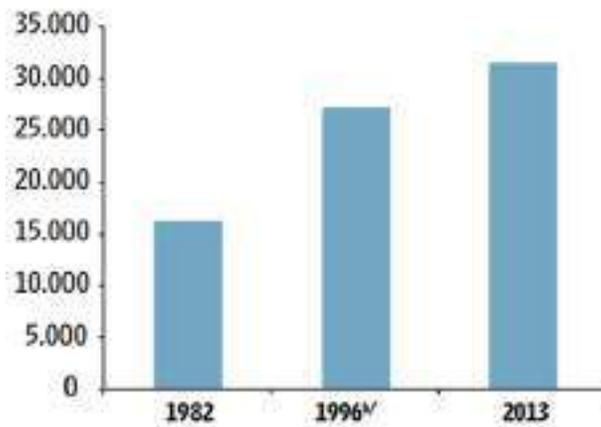
Fuente: SETENA, <https://setena.go.cr/planes-reguladores-cantonales/>

Mapa N° 7 Tráfico Promedio Diario GAM, 2013.



Fuente: Loría, 2014, p. 12

Gráfico N° 2 Crecimiento del área urbana en la GAM
(hectáreas de área construida)



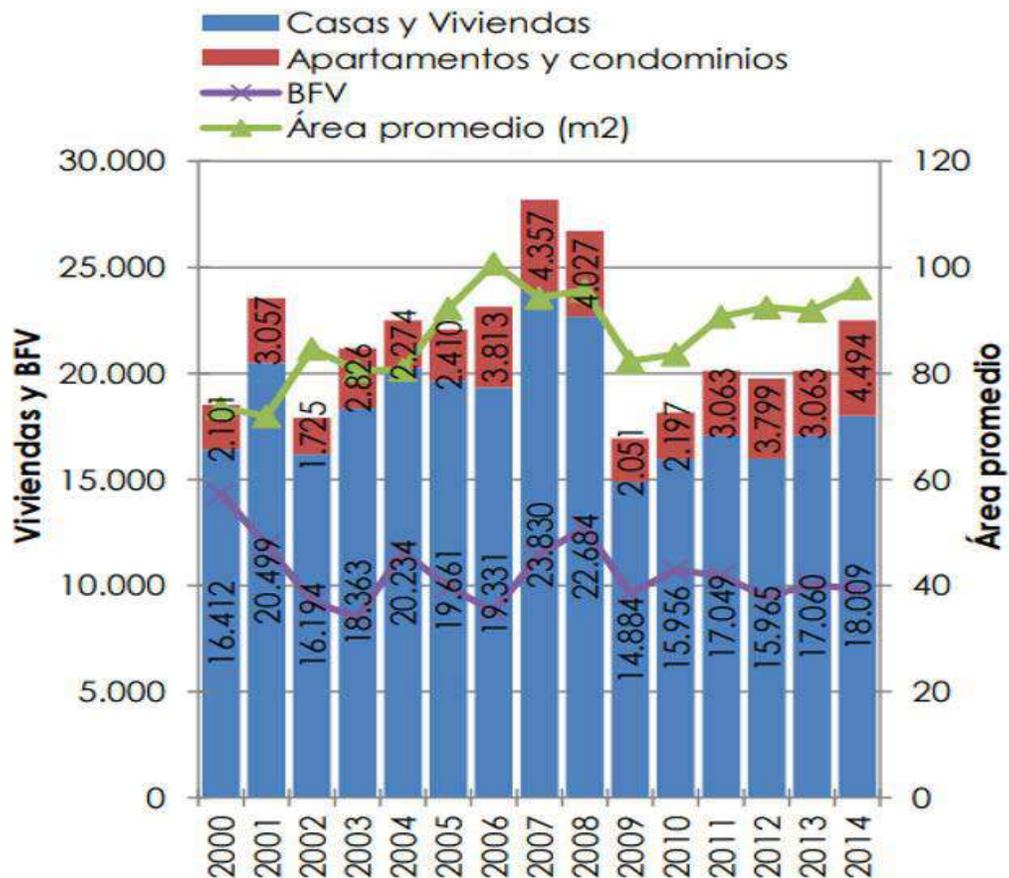
a/ Se utiliza la delimitación oficial de la GAM.
b/ Los datos de 1996 se basan en fotografías del proyecto Terra.

Fuente: Plan GAM 1982 y Plan GAM 2013-2030.

Gráfico N° 3 Población y viviendas ocupadas en la GAM y el resto del país.

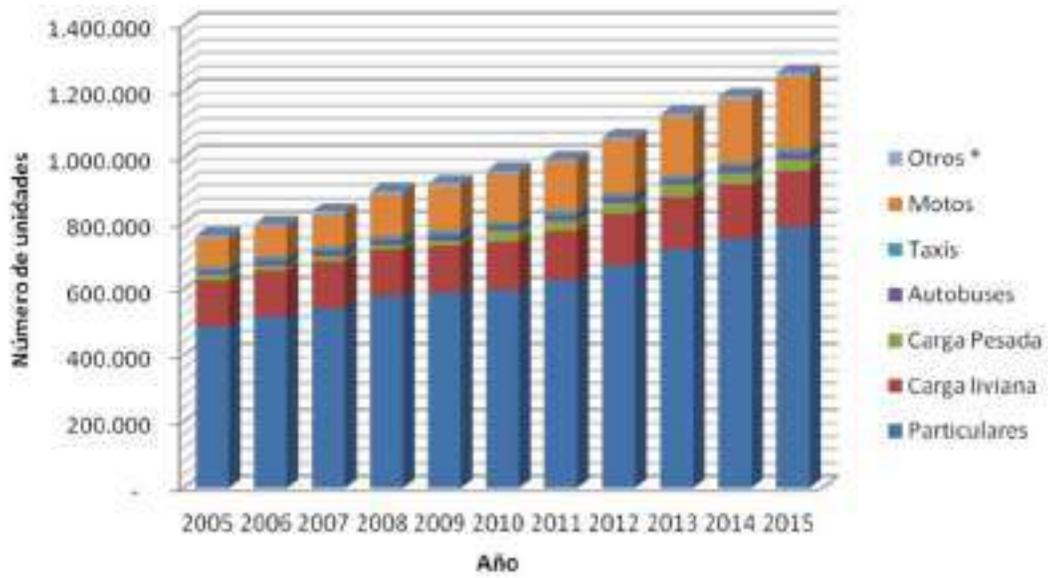


Gráfico N° 4 Serie histórica de los permisos de construcción residencial, BFV y el área promedio 2000-2014.



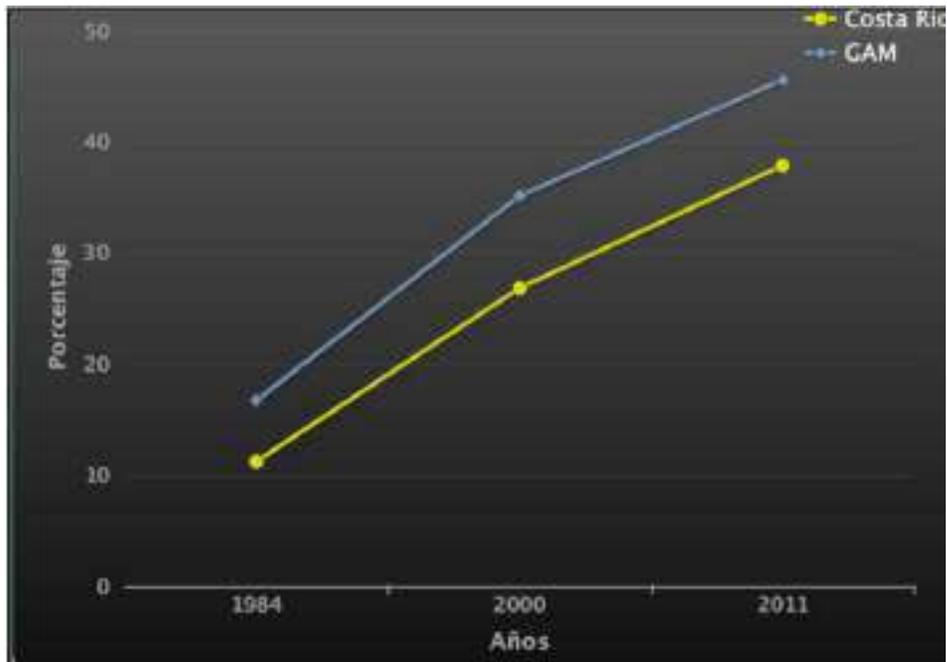
Fuente: FUPROVI UNIN con base en información suministrada por el Banhvi y Estadísticas de la Construcción INEC 2000-2014.

Gráfico N° 5 Evolución de la flotilla vehicular en Costa Rica



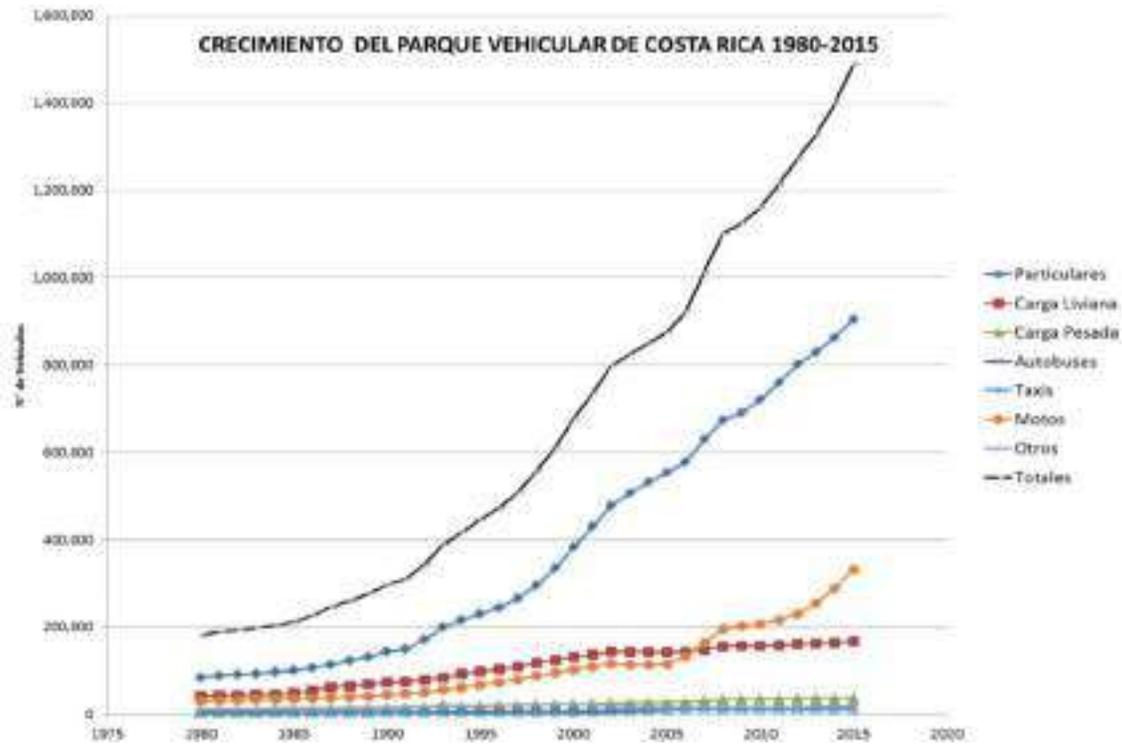
Fuente: Herrera, J. 2016

Gráfico N° 6 . Porcentaje de viviendas con vehículo particular en Costa Rica y la GAM



Fuente: (Loría, 2014, p. 6)

Gráfico N° 7 Crecimiento del parque vehicular.



Fuente: (Electricidad, p.15. 2016)

Cuadro N° 4 Costo promedio del m² de construcción residencial, según área, por región de Costa Rica, 2014.

Región	45 o menos	46 a 80	81 a 120	121 a 160	161 o más.	Total
GAM	€208.288	€265.461	€271.478	€270.779	€261.878	€264.217
Resto de la Central	€182.135	€214.265	€240.502	€247.466	€250.426	€222.711
Chorotega	€185.726	€223.298	€234.485	€282.243	€309.372	€256.823
Pacífico Central	€185.758	€262.919	€256.620	€251.890	€324.057	€260.748
Brunca	€179.643	€207.837	€233.837	€269.461	€283.215	€218.456
Huetar Atlántico	€190.289	€213.511	€214.327	€251.204	€115.582	€173.367
Huetar Norte	€175.853	€199.742	€224.554	€228.361	€234.190	€197.833
Costa Rica	€185.801	€240.561	€260.534	€268.168	€259.600	€246.964

Fuente: FUPROVI-UNIN con base en Estadísticas de la Construcción INEC, 2014

4. Patrones de consumo y esparcimiento

La forma de consumir y producir del costarricense contribuye a los problemas ambientales actuales: cambio climático, contaminación, producción de residuos ordinarios y peligrosos, agotamiento y deterioro de los recursos naturales y pérdida de la biodiversidad. Si bien la huella ecológica es del 8%, mucho menor que en los países desarrollados, lo cierto es que si el país desea alcanzar un verdadero desarrollo sostenible, con una economía carbono neutral al 2021, un 15% de residuos revalorizados al 2021 y un pico máximo de emisiones al 2020, debe todavía realizar un gran esfuerzo en cambiar los patrones de producción y consumo a nivel general, desde instituciones, empresas, organizaciones y hogares, hasta el nivel individual, mediante constantes campañas educativas, políticas y reglamentaciones dirigidas a ese objetivo. El fracaso en el logro de estos cambios pone en riesgo el cumplimiento de las metas fijadas, y por el contrario, de lograrse, contribuirían enormemente a las mismas. Nuevamente, la inclusión efectiva de todos los grupos diversos que conforman la sociedad costarricense –mujeres, jóvenes, adultos mayores, indígenas,

afrodescendientes, migrantes,...- será un factor que incidirá sobre el logro de los cambios requeridos en la senda hacia el desarrollo sostenible y la economía descarbonizada.

4.1 La huella ecológica es insostenible

La huella ecológica del costarricense es insostenible: 8% más de lo que el territorio es capaz de reponer (Gonzalez et al, 2007). Esta tendencia viene en aumento desde la década de los noventas, en parte debido a dos factores: el crecimiento demográfico –menos recursos disponibles para más personas- y el hecho de que la matriz energética está basada en hidrocarburos – aunque la matriz eléctrica esté basada en renovables- la mayoría de los cuales están destinados al sector transporte (Semnario Universidad, 2015). El punto máximo de 11% se alcanzó en 2012, pasando de un 3% en 2002. Para ese mismo período, la huella de carbono aumentó un 43,2% (Estado de La Nación, 2013). Actualmente, de seguir los patrones de consumo del costarricense en el mundo, se necesitaría un planeta y

medio (ver cuadro 5) para satisfacer la demanda en recursos (Global Footprint Network, 2017).

4.1.1 Por qué aumenta el consumo

Se puede sintetizar las causas (Cuadro 5) por las cuales se da un incremento en los patrones de consumo:

- aumento de la población: a mayor número de habitantes, se genera más consumo y más residuos y contaminación como resultado de los procesos de producción y consumo; a la población nacional, también debe sumarse los impactos de los turistas que ingresan anualmente
- uso de combustibles e hidrocarburos: el 60% de toda la energía comercial está representada por el sector transporte; el parque automotor ha venido creciendo exponencialmente, duplicándose en los últimos 15 años, y convirtiéndose en el mayor emisor de GEI crecimiento económico: a mayor riqueza mayor consumo; la población va teniendo mayor poder adquisitivo (crecimiento de PIB per cápita) y en su búsqueda por mejorar sus condiciones adquiere casa, carro,

electrodomésticos, viajes, etc., y se traslada a los centros urbanos (75% de los habitantes viven en la GAM)

- consumo energético: la política energética está basada mucho más en producción y no tanto en consumo, por consiguiente, las metas son cuantitativas, no miran la totalidad del ciclo de los procesos productivos y no incorporan los costos y beneficios ambientales y de salud pública, particularmente en las industrias orientadas a maximizar ganancias (Gonzalez et al, 2007)

En términos generales, las ciudades generan aumentos en el PIB producto del efecto de aglomeración, pero desde la perspectiva de la sostenibilidad presentan retos: consumen el 60 al 80% de la energía global, emiten un 70% de las misiones mundiales de CO₂, son fuente de múltiples problemas de contaminación e impacto agregado en el ambiente y en la salud pública. América Latina es una de las regiones que ha experimentado un aumento urbano exponencial (Jordán et al, 2017). Costa Rica no es la excepción, con 75% de su población habitando en la GAM.

A nivel del consumidor, existe una desvinculación entre la protección del medio ambiente y los patrones insostenibles de consumo. En muchos

casos, el consumidor no exhibe voluntad en lograr articular los cambios necesarios, y en aquellos casos en que existe voluntad, no existe el conocimiento necesario para el cambio. El consumidor no está consciente sobre cómo o cuánto puede contribuir y por lo tanto, no cambia los hábitos de consumo. De forma similar, el productor continúa produciendo en la forma habitual. Pero existen espacios y oportunidades para motivar estos cambios, mediante innovación tecnológica, reglamentaciones, campañas educativas e instrumentos económicos.

Estos patrones de consumo y la forma en que han sido atendidos generan distintas presiones sobre el medio ambiente. La matriz eléctrica está basada en fuentes renovables. Sin embargo, el aporte mayoritario es provisto por represas hidroeléctricas, que tienen su propio impacto ambiental e incluso han sido motivo de conflicto. El ICE ha venido diversificando esta matriz con proyectos eólicos y geotérmicos, solares y biomasa en menor medida. Es necesario promover acciones que amplíen la generación distribuida, tales como la incorporación de los generadores de energía solar autosuficientes a la red de distribución.

El sector agrícola por su parte es el mayor consumidor de agua y genera contaminación por el uso de

plaguicidas y procesos de sedimentación que afectan casi todas las cuencas. La dinámica del mercado agroexportador incide en la extensión y manejo de los monocultivos, como es el caso de la piña y el banano. En el caso del café, el mercado se ha venido especializando y a pesar de que el área de cultivo ha disminuido, la producción se cotiza mejor como producto gourmet, orgánico o carbono neutral. Las políticas e innovaciones en este sector deben dirigirse no solo a la reducción de emisiones, sino al uso más eficiente del recurso hídrico y a la reducción de la contaminación por plaguicidas, así como a la reducción de la vulnerabilidad y adaptación a los fenómenos hidrometeorológicos del cambio climático.

En las áreas urbanas, el recurso hídrico también se ve fuertemente afectado por la generación de residuos -4.000 toneladas al año- y la contaminación de las aguas, la mayoría de las cuales no cuentan con tratamiento o en los casos en que la ley establece el mismo, el control es muy deficiente y los incumplimientos son muchos (ver sección 3.4). La demanda de agua y energía es importante en el sector industrial y agroindustrial, lo cual abre oportunidades de mejora mediante nuevas tecnologías.

La generación de residuos sólidos se incrementa año a año, pero la revalorización es mínima. Existe gran

preocupación por el agotamiento de los rellenos sanitarios existentes, y la ubicación de nuevas instalaciones genera oposición y conflicto por parte de las comunidades, tanto por los riesgos en sí que conllevan los rellenos, como por el flujo constante de camiones recolectores (ver sección 3.4).

La cultura ambiental del costarricense se inclina por la valoración de las áreas protegidas, a las cuales realiza frecuentes visitas, y contradictoriamente a esquemas de consumo insostenibles (Gonzalez et al, 2007). Los patrones de consumo propios del desarrollo urbano-industrial se van extendiendo también a las comunidades rurales, con la consecuente pérdida de la identidad cultural tradicional. Lo rural pierde su función como productor de alimentos y se convierte en un entorno de reducida calidad de vida, por la falta de acceso a empleos dignos y servicios básicos, por lo que su población sigue migrando a los entornos urbanos; pasa a convertirse en un lugar de atracción turística y residencial, esparcimiento y ocio. Estas dinámicas sociales también repercuten sobre los patrones de consumo, más intensivos en recursos entre la población urbana que en la rural. En la búsqueda de un desarrollo sostenible, es necesaria la creación de mejores oportunidades educativas y laborales acordes a la realidad rural, generando mayor conciencia ecológica, organización comunitaria

e identidad rural (Bonilla, 2008). Por su parte, el proceso de urbanización ha traído consigo beneficios económicos y de desarrollo, así como importantes impactos ambientales derivados de los patrones de producción, distribución y consumo, propios de su dinámica.

4.2 Patrones de esparcimiento

En las últimas tres décadas los patrones de esparcimiento tanto en áreas rurales como urbanas han venido cambiando. En las zonas rurales, lugares de descanso o de esparcimiento en familia se han visto afectados por problemas de contaminación o deterioro ambiental: ríos visiblemente contaminados o con sedimentación, acumulación de desechos en lugares públicos, playas o a orillas de caminos, disminución de las especies de pesca. La falta de espacios adecuados para el sano esparcimiento de la juventud o la práctica de deportes más allá del fútbol, el limitado desarrollo de actividades culturales y sociales, la pérdida del sentido de comunidad, el alto porcentaje de deserción escolar y de embarazo de adolescentes, aunado a la adopción de estilos de ocio urbanos, como visitar los centros comerciales, gimnasios o centros recreativos

privados o gimnasios, inciden en estos cambios de patrones, si bien persiste un arraigado vínculo con la naturaleza y el paisaje. Un detalle es el todavía extendido uso de la bicicleta como medio de transporte en áreas rurales, aunque ello no se tiene en cuenta en el trazado de carreteras y aceras, con contadas excepciones (Ceciliano, 2008).

Las tendencias recreativas de las nuevas generaciones deben contextualizarse en el abandono de los gobiernos locales durante la última década de programas deportivos y culturales destinados a los jóvenes con la participación conjunta de la iglesia, las escuelas y colegios o las cooperativas. Entre 1984 y 2007 se da entonces un progresivo debilitamiento y desaparición de formas recreativas y de ocio en espacios formales o institucionales, como la familia, la comunidad, la escuela o la iglesia, para dar cabida a nuevos espacios informales como las redes sociales, bares, discotecas, malls, complejos deportivos privados, que ya no tienen presencia y control institucional de la familia o la comunidad. Los patrones culturales se ven modificados también por el uso incremental de aparatos de televisión, música y video, así como la creciente cobertura de la red (Ceciliano, 2008). Se favorecen actividades de ocio y entretenimiento más individuales y más intensivas en consumo de recursos, respecto a otras actividades tradicionalmente más sociales y

menos intensivas en consumo de recursos.

Por otro lado, la sociedad actual aún no valora adecuadamente el derecho a la recreación y su importancia dentro del desarrollo integral de las personas y el fortalecimiento de las relaciones. El tiempo libre es reducido por el horario laboral o los compromisos sociales. En otras ocasiones, los bajos ingresos limitan el presupuesto individual o familiar que se destina a las actividades recreativas. Las personas de grupos socioeconómicos con mayores ingresos o mayor nivel de educación formal suelen participar más en actividades recreativo-deportivas. El ciclismo deportivo y las maratones y carreras han venido tomando auge. Las personas que tienen negocios prefieren actividades individuales, por sus horarios. Entre los migrantes, por ejemplo, se suelen conservar ciertas actividades recreativas tradicionales en sus países, para robustecerse psicológicamente de la experiencia de la migración. Los inmigrantes nicaragüenses se reúnen los fines de semana en el Parque La Merced, en el centro de San José, porque ahí socializan entre ellos, degustan comida nicaragüense y refuerzan lazos de apoyo. En comunidades rurales, suelen practicar el béisbol o el basquetbol, en un país en que predomina la práctica del fútbol (Salazar, 2015). El Parque Metropolitano La Sabana, conocido como "el pulmón de San

José” es frecuentemente visitado para la práctica de deportes y picnics, así como para el desarrollo de festivales y ferias de todo tipo, lo que comprueba la necesidad de más opciones o espacios verdes multifuncionales en áreas urbanas para el esparcimiento general.

4.3 En la senda hacia el consumo y producción sostenibles

El consumo sostenible apunta a cambiar los hábitos de compra, a la forma de usar y desechar productos y servicios de una forma menos dañina al medio ambiente, al modo de transporte utilizado, al ahorro energético y a la disminución en el uso de hidrocarburos. La producción sostenible apunta a reducir los impactos en el medio ambiente de los procesos de producción y al diseño de productos mejores, así como a un uso eficiente de los recursos y de la energía. Existen múltiples oportunidades para innovar y reducir los impactos ambientales en todo el ciclo de vida de los productos, mediante sistemas de etiquetado, certificación, incentivos fiscales y otros, compras verdes, producción más limpia, disminución de las emisiones de GEI y consumo más inteligente. Igualmente pueden diseñarse programas de retiro de productos con gasto energético alto o de tecnología contaminante, como por ejemplo el retiro de

vehículos que no cuentan con catalizadores y el favorecimiento de vehículos eléctricos. También se puede contemplar la disposición final y reciclaje de productos, como sucede con el cambio de baterías y llantas de vehículos, en que el vendedor recoge las usadas para darles una disposición final adecuada. En todas estas iniciativas es imprescindible hacer llegar la información al consumidor para que tome una decisión informada al momento de comprar, así como la promoción de productos sostenibles por parte de los comercios (UE, 2010). En Europa por ejemplo existe la EU Ecolabel para una gran variedad de productos, y en Estados Unidos la Energy Guide Label y el logo Energy Star para electrodomésticos.

El gobierno de Costa Rica es ambicioso en cuanto a la meta de descarbonizar la economía al 2021, y lograr que la región latinoamericana en su conjunto lo logre también, para lo cual se propone continuar hacia la descarbonización completa del sector eléctrico, la electrificación masiva del sector transporte, cero deforestación y aumento de la cobertura boscosa existente, acumulación de sumideros de carbono en agricultura, ganadería y silvicultura, y la descarbonización de la industria (Vergara et al, 2016).

Se han desarrollado algunas iniciativas para revertir las tendencias hacia la producción y consumo insostenibles:

Programa de Compras Sustentables

En 2009 Costa Rica fue seleccionada, junto a otros 5 países para desarrollar experiencias piloto en el marco de un proyecto de fortalecimiento de las capacidades para las compras públicas sustentables de PNUMA. A partir de la experiencia se generó un Plan Estratégico para la Modernización de las Compras Públicas del Estado (2010), así como Guías de Compras (2011) y se generaron convenios marco alrededor de productos tales como vehículos, suministros de limpieza, mobiliario, equipo de oficina, boletos aéreos, entre otros. Más recientemente, en 2015, se promulgó la Política Nacional de Compras Públicas Sustentables, que enfatiza la inclusión de las PYMES en este proceso en su rol de proveedores (Poder Ejecutivo, 2015).

Las compras del Estado representan entre un 15 y un 20% del PIB y un 30% del presupuesto nacional (Ministerio de Hacienda, 2016). Esto concede enorme poder al Estado para apalancar objetivos de desarrollo sostenible y constituirse en un consumidor sostenible clave y un formador de mercados. El marco legal vigente permite la incorporación de criterios de sostenibilidad en los procesos de contratación y adquisición estatales y municipales, sin necesidad de reformas adicionales. Se requieren esfuerzos adicionales, sin embargo, para poder incorporar a las PYMES en

procesos de compras públicas sustentables (Beláustagui, 2011). En 2013, sin embargo, menos del 10% de las instituciones había fijado metas cuantificables en relación con las compras sustentables y un obstáculo a superar es la falta de conocimiento en temas técnicos para incorporar o verificar criterios ambientales en procesos de compras públicas sostenibles (CEGESTI, 2013).

Sellos o certificaciones

Proveen información sobre el desempeño ambiental de los servicios o productos ofrecidos. En Costa Rica, algunos de estos son facilitados u ofrecidos desde esquemas intersectoriales gubernamentales, entre los cuales destacan:

- Programa de Bandera Azul Ecológica: está concebido como un programa educativo dirigido a la sociedad civil para la mejora de sus condiciones ambientales, higiénicas y de salud pública. Funciona desde 1995. Para el año 2016, se inscribieron 4.976 comités locales en las 14 categorías, y el 61,3% recibió el galardón.
- Certificado de Sostenibilidad Turística: reconoce a las empresas turísticas – agrupadas en 6 categorías– que manejen los recursos naturales, culturales y sociales en forma sostenible.

- Carbono-neutral: dirigido a empresas y organizaciones, cuyo número certificado actualmente asciende a 88.

Ecoetiquetas

Son una valiosa herramienta para los consumidores, porque verifican información sobre los productos con base en todo el ciclo de vida o un aspecto ambiental, y es provista por un organismo independiente. Existe una tendencia mundial hacia un mayor uso de las etiquetas (Beláustagui, 2011). Un ejemplo de estas etiquetas son las de eficiencia energética o las que garantizan los productos como orgánicos.

Productos verdes o ambientalmente amigables

El mercado de productos verdes aún es incipiente, pero con enorme potencial para su desarrollo nacional y global. Dentro de este, existen en el país varias alternativas:

- Ferias verdes u orgánicas, en que la mayoría de productores y oferentes son PYMES, son cada vez más frecuentes y visitadas. Los alimentos orgánicos también han venido ofreciéndose en cadenas de supermercados.
- Autos eléctricos, son pocas las opciones por ahora y de costo promedio elevado, pero la tendencia determinada por otros mercados

internacionales, en particular China, será al incremento de modelos disponibles a menor costo.

- Paneles o calentadores solares, bombillas eficientes, lavabos e inodoros que ahorran agua, equipos electrónicos y electrodomésticos que ahorran electricidad, papel reciclado y sin químicos, entre otros.
- Materiales de construcción como madera proveniente de plantaciones.
- Otras acciones que contribuyen a la producción y consumo sostenible incluyen aquellas mejoras para el servicio de transporte público e intermodal, así como aquellas mejoras en las ciudades, tales como el mejoramiento de espacios públicos.

Se necesita mayor y más constante educación para modificar las prioridades de consumo y los patrones de producción, hacia unos más acordes con el ambiente, con mayor inclusión social.

4,4 Conclusiones y recomendaciones

El tema de producción y consumo sostenible se viene tratando en forma directa por los países desde la Cumbre de Río 92 (Ver Cuadro 5). Existe un cúmulo importante de metas y principios que pueden guiar a los países en la disminución de la huella ecológica, y en la separación del desarrollo económico del deterioro ambiental. En Costa Rica, la Constitución (Art.46) garantiza el derecho de los consumidores a la protección de su salud, ambiente, seguridad e intereses económicos, a recibir información adecuada y veraz, a la libertad de elección y a un trato equitativo.

El aumento de la huella ecológica en el país es ocasionado principalmente por el crecimiento demográfico y las emisiones del sector transporte. Es necesario entonces, disminuir el consumo de hidrocarburos y producir de forma más sostenible. El transporte público debe volverse una opción atractiva, segura, rápida, económica y eficiente para el usuario (ver sección 2 de este capítulo). La industria también introducir mejoras en sus ciclos productivos, especialmente en la reducción, recolección y revalorización de desechos. La producción agropecuaria no debe ir encaminada solo a la obtención de mayor producto por hectárea, sino al

ingreso por hectárea, para estimular proyectos con menor impacto ambiental, mejor aprovechamiento de recursos y reducción máxima de desperdicios (MIDEPLAN, 2013). La implementación de programas como los NAMA ganadería y café pueden contribuir a esta meta.

Uno de los mayores obstáculos para los cambios necesarios hacia patrones de producción y consumo más sostenibles es que los precios de los productos no reflejan todas las externalidades, es decir, no incluyen todos los costos ambientales en que impacta la producción del servicio o bien que se compra, ni se instruye al consumidor sobre todos los beneficios a largo plazo que pueden derivar del producto. La decisión de compra o uso no se asocia con el potencial efecto positivo o negativo sobre los problemas ambientales existentes. Hay que hacer mayores esfuerzos para evidenciar este vínculo precisamente y promover el consumo sostenible. Es lo que intenta hacer la campaña de cero bolsas plásticas, al señalar la gran cantidad de plástico que llega a los mares. Las industrias, empresas y comercios tienen una gran responsabilidad: ningún producto que no sea reciclable o tratable –como el estereofón– debería llegar al consumidor, por una parte, y por otra, deben de garantizar la recolección y tratamiento de los mismos. En este contexto el principio de quien contamina paga adquiere una nueva dimensión: llevar los procesos

productivos a un círculo cerrado. El consumidor por su parte debe de informarse y educarse para elegir y exigir alternativas de productos más amigables con el ambiente. Puede reorientar sus prioridades de consumo. El Estado también puede emitir pautas o programas para llevar a esta dirección, tales como exigir etiquetados ecológicos o verdes en varios productos, ampliando las competencias de la Defensoría del Consumidor, regulando las tarifas para que reflejen las externalidades, creando incentivos, como la rebaja de impuestos a los autos eléctricos. El Estado también puede ser un modelo expandiendo el programa de compras sustentables a todas las instituciones, forzando metas cuantificables, una iniciativa que los gobiernos locales pueden emular, así como la digitalización de los trámites, permisos, registros y pagos, acceso a plataformas de información ambiental en tiempo real y la implementación de ventanillas únicas en las municipalidades. Igualmente, el Estado y los gobiernos municipales pueden jugar un rol importante proveyendo de espacios para el sano esparcimiento de las comunidades, jóvenes y familias, y promoviendo actividades culturales, artísticas, deportivas y educativas, que además de beneficios ambientales, aporten beneficios sociales y mejoren la salud pública y la calidad de vida.

El Estado y los gobiernos municipales carecen de políticas urbanas

sostenibles. Podría ser un instrumento valioso e incorporar principios de consumo y producción sustentables.

Varios sectores de la industria y servicios que son susceptibles a cambios hacia la sostenibilidad en los patrones de producción y consumo, son: construcción, servicios de alimentación, agricultura, transporte, electricidad, equipos electrónicos, textiles, papel, mobiliario, productos y servicios de limpieza y productos y servicios de jardinería (UE, 2010).

Los urbanizadores y empresarios de la construcción pueden hacer diseños y construir en una forma más sostenible, aprovechando materiales locales o revalorizando materiales, un mejor uso de la iluminación y ventilación naturales, tomando en cuenta la intensidad de los eventos hidrometeorológicos, haciendo usos más eficientes de los espacios, incorporando tecnologías de ahorro energético y generación alternativa como calentadores solares, adaptando mejor las construcciones a su entorno.

En Costa Rica existen pocas agrupaciones que trabajan en defensa del consumidor, y por lo general, están orientadas hacia el libre comercio o la oposición a incrementos en tarifas. Podrían convertirse sin embargo en un canal potencial para educar respecto del consumo sostenible y de los beneficios de productos más amigables con el ambiente.

Recuadro 2 Cómo reducir la huella ecológica

A nivel familiar o individual, existen formas sencillas para reducir la huella ecológica, contribuyendo a reducir la producción de residuos y el consumo de energía:

- Apagar las luces, desenchufar aparatos y cargadores, cuando no se estén usando.
- Reemplazar las bombillas incandescentes con bombillas de alto rendimiento.
- Evitar empaques innecesarios y bolsas plásticas.
- Pensar antes de comprar: comprar lo necesario; preferir productos amigables con el ambiente (vegetales orgánicos, productos biodegradables); evitar el desperdicio de comida y los plásticos de un solo uso; leer las etiquetas sobre consumo de energía o rendimiento.
- Disfrutar de vacaciones ecológicas.
- Consumir menos carne, que es el alimento cuya producción tiene mayor impacto ambiental.
- Ahorrar agua.
- Usar otras alternativas de transporte en vez del automóvil particular o compartir el trayecto con más pasajeros.
- Revisar los neumáticos.
- Reciclar.
- Plantar árboles.
- Disfrutar actividades de ocio y recreación que no consuman recursos.

A nivel de empresa, algunas prácticas de producción y consumo sostenible son:

- Promover e implementar esquemas de producción más limpia.
- Desarrollar mercados para los subproductos.
- Reducir y revalorizar desechos.
- Registrar y disminuir el uso de insumos.
- Evitar la contaminación de agua y aire con tecnologías y procesos adecuados.
- Informar al público sobre las mejoras en la gestión ambiental y la producción sostenible.
- Fomentar la investigación e innovación tecnológica de los procesos productivos.
- Capacitar a todos los empleados de la empresa en temas de consumo y producción sostenibles.

- Ahorrar en consumo de agua, electricidad, materiales, papel y combustibles; reusar donde sea posible.
- Promocionar productos verdes o amigables con el ambiente; identificar nichos de mercado.
- Proveer transporte colectivo de empleados.
- Plantar árboles.
- Intercambiar experiencias, compartir información, crear pasantías.

Muchas de estas prácticas pueden desarrollarse dentro de las instituciones estatales también.

Cuadro N° 5. La huella ecológica y biocapacidad de Costa Rica



Fuente: http://www.footprintnetwork.org/content/documents/ecological_footprint_nations/index.html

Cuadro N° 6 Por qué crecen las emisiones (energía)

Cambios en (distribución %)	1980-1990	1990-2000	2000-2007
Intensidad de Carbono (emisiones de CO ₂ por unidad de energía consumida)	-55,6%	-16,8%	28,9%
Intensidad Energética (energía consumida por unidad de PIB)	29,5%	32,8%	-46,8%
PIB per cápita	-19,5%	50,3%	75,1%
Población	+145,6%	33,8%	42,9%
Emisiones por Uso de Combustibles Fósiles (Millones Ton CO ₂)	+0,47	+2,27	+1,82

Fuente: Pratt, L. con datos del U.S. Energy Information Administration, con base en Bacon y Bhattacharya (2007)

Cuadro N° 7 Principios internacionales sobre consumo y producción sostenibles

Cumbre	Instrumento	Texto
Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo Rio 92	Declaración de Rio 92	PRINCIPIO 8.- Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.
	Agenda 21	Capítulo IV. El cambio de las modalidades de consumo
Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo 2002	Plan de Acción	Capítulo III. Modificación de las modalidades insostenibles de consumo y producción Párrafos 14-23
	Proceso de Marrakech	7 grupos de trabajo temáticos que han recomendado políticas y metodologías Plataforma para intercambio de experiencias y promoción de estándares
Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Rio+20 2012	El futuro que queremos	Párrafos 224-226
		Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Producción y Consumo Sostenible 10YFP
Cumbre del Desarrollo Sostenible 2015	Objetivos de Desarrollo Sostenible	OBJETIVO 12.- Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles 11 metas

Fuente: Elaboración propia

5. Generación de residuos

Un desecho se define como cualquier material generado por el ser humano en sus actividades, ya sean cotidianas (ordinarios), comerciales, industriales, agricultura, entre otras, cuyo destino es ser desechado. En el caso de los desechos sólidos, están referidos a los desperdicios que no son transportados por agua y que se rechazan porque no se van a utilizar. Estos pueden ser de materiales plásticos, papel, textiles, madera, metal, vidrio, entre otros (Henry y Heike, 1999, citado por Bustos, 2009). La mala disposición y tratamiento de los mismos ha generado problemas de salud pública a nivel mundial, tanto por la producción de plagas y otros transmisores de enfermedades, así como la contaminación del aire y del agua. De ahí la importancia de la reducción de la generación de éstos e incrementar la tasa de recuperación y reutilización de materiales residuales (Tchobanoglous et al., 1994, citado por Bustos, 2009).

Los desechos líquidos, también llamados aguas residuales, derivan de la combinación del agua con el residuo procedente de actividades antropogénicas como las residenciales, industriales, comerciales y agrícolas. Un mal manejo de estas aguas residuales

genera la contaminación de cuerpos de agua receptores, subterráneos o superficiales (ríos, acuíferos, mares y lagunas). En los últimos años, el manejo y control de estos residuos líquidos ha estado dirigido a normar la evacuación a los cuerpos receptores, con el establecimiento de sistemas de tratamiento dependiendo del tipo de residuo y a la vez identificando valores máximos permisibles de los parámetros físicos, químicos y biológicos que deben tener los efluentes vertidos.

5.1 Residuos líquidos y alcantarillado

En cuanto a los residuos líquidos en Costa Rica (principalmente de carácter ordinario), la gran mayoría de la población utiliza el sistema de tanque séptico como solución al tratamiento de las aguas residuales o, en su defecto, están conectados a un sistema de alcantarillado de aguas negras que no siempre finaliza en una Planta de Tratamiento sino en un curso de agua natural. De acuerdo con la Encuesta de Hogares realizada en julio del año 2015, 76,9% del total de la población de Costa Rica, dispone las excretas a un tanque séptico, y 21,1% las dispone en un alcantarillado o cloaca (parte

del porcentaje restante corresponde a letrinas o pozos negros). En las zonas urbanas, el porcentaje de disposición de excretas a tanques sépticos es 72%, mientras que en zonas rurales es de 89,9%, lo cual constituye una diferencia significativa y evidencia una mayor presencia de alcantarillados en el Valle Central (INEC, 2015, citado por AyA, 2016).

La cobertura con alcantarillado sanitario bajó de 31,0% a 24,1% entre el 2000 y el 2010. Este porcentaje disminuye nuevamente pasando en el 2010 de 24,1% a 21,0% para el 2015 (Encuesta de Hogares 2015). La poca inversión ejecutada en alcantarillado fortalece el uso de tanques sépticos (pasó de ser el medio de disposición de aguas residuales ordinarias de 60,1% a 76,9% entre los años 2000 y 2015) (Mora et al, 2010; Mora et al, 2015). El tanque séptico es un sistema que recoge las aguas negras de los hogares o comercios; cada 3 a 5 años deben ser removidas las aguas tratadas (OCPH, sf). Si el sitio es apto para la instalación de tanques sépticos y se da un adecuado mantenimiento, el sistema es eficiente. No obstante, control institucional es bajo, de ahí la importancia de contar con sistemas de alcantarillado estatales que reciban las aguas pretratadas por los tanques.

En 2015, el AyA administraba 21 sistemas de tratamiento de aguas residuales (en su mayoría lagunas

facultativas⁶) a lo largo del país, de los cuales 9 no estaban cumpliendo con el decreto 33601 MINAE-S⁷ (DBO⁸ total). Por otro lado, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) administra 5 sistemas de tratamiento, de los cuales uno no cumple con lo establecido en el decreto antes citado. El resto de sistemas de tratamiento (32) son administrados por ASADAS y municipalidades, sin embargo, no se tiene el dato del cumplimiento del decreto 33601 MINAE-S de éstas.

Las aguas superficiales de nuestro territorio son un receptor de contaminación de residuos líquidos, ya que la mayoría de las redes de alcantarillado son vertidas en los cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento, por lo que es frecuente ver en ríos cloacas abiertas, aportando residuos líquidos de todo tipo, generando malos olores, espumas de detergentes no biodegradables y animales muertos (MIVAH, 2008). Además, en el año 2015, el Ministerio de Salud tomó muestras de un total de 84 entes generadores, de los cuales más del 50% incumplió los límites de vertido que establece el reglamento de vertidos (MINSa, 2016).

6 Estas lagunas están referidas al tratamiento de las aguas servidas que operan, en su estrato superior como lagunas aeróbicas, en su estrato inferior como lagunas anaerobias, y en el estrato intermedio, con la presencia de bacterias facultativas se crea un estrato particular llamada zona facultativa (Rolim, 2000).

7 Reglamento de Vertidos y Reuso de Aguas Residuales. Publicado en la Gaceta No. 55 del 19 de marzo del 2007.

8 Demanda Bioquímica de Oxígeno: es la cantidad de oxígeno usada en la oxidación bioquímica de la materia orgánica bajo condiciones determinadas de tiempo y temperatura. Es la principal prueba usada para la evaluación de la naturaleza del agua residual (Rolim, 2000)

Entre el período 1990 a 2015, hubo algunos avances. Las instalaciones de saneamiento mejoradas son del 95% y 99,6% después de tener el 88% en 1990. Además, se pasó de un 2% en 1990 de población que disponía sus excretas a cielo abierto a un 0% en el 2015 (UNICEF/OMS, 2015, citado por AyA, 2016).

Si se continúa bajo la realidad de un sector de agua potable y saneamiento difuso y desordenado, o bien con poca asignación de recursos para un control eficiente por parte de los entes competentes y con poco apoyo gubernamental, se generará para los próximos años un deterioro paulatino del servicio de agua potable y un incremento en la contaminación de los ríos y acuíferos del país (AyA, 2002). Es por estas razones que recientemente se desarrolla el Proyecto de Mejoramiento Ambiental del Área Metropolitana San José, con el fin de revertir el deterioro de las condiciones ambientales y de salud pública, ocasionado por las descargas directas en los ríos a través de los años de aguas residuales sin tratamiento. Para el Área Metropolitana de San José la cobertura del sistema de alcantarillado es del 54% de la población y con el desarrollo del Proyecto de Mejoramiento Ambiental (PMA) en su I Etapa, aumentará la cobertura a un 65% y con la II Etapa a un 85%. La cantidad de hogares que actualmente se ven beneficiados con el servicio de

Alcantarillado sanitario es de 237.818, lo que significa unas 737.236 personas y se estima que con el PMA (I ETAPA), se incorporarán al menos 90 mil nuevos hogares, pasando a un total de 327 mil servicios (1.000.000 de personas) (López, 2017).

Además, el AyA en agosto del 2015 finalizó la construcción de la Planta de Tratamiento Los Tajos –la más grande de Centroamérica-, que este año inicia su operación con el aporte de 4 colectores principales, Rivera y Torres y algunos sectores de los colectores Tiribí y María Aguilar. El efluente de la planta de tratamiento es descargado en el Río Torres. Como parte de la segunda etapa del PMA, se tiene previsto la ampliación de la planta de tratamiento Los Tajos, lo que corresponde al tratamiento secundario, ya que actualmente solo se brinda tratamiento primario por lo que se espera que al año 2025 esté resuelta esa fase. También se tienen en perspectiva, el desarrollo de sistemas de recolección y tratamiento para el Sector Oeste de San José (Mora, Santa Ana y Escazú), beneficiando a otros sectores como San Pablo de Heredia. El INVU está previendo la construcción de una pequeña Planta en Pavas para un condominio, que eventualmente pasaría a manos del AyA para su operación.

5.2 Vertido de residuos líquidos a cuerpos de agua

El 54% de 1946 establecimientos entre 2014 y 2015, vierten a cuerpos de agua superficiales, mientras que el 35,7% practica el reuso (Herrera, 2016, citado en el Estado de la Nación 2015). El Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos señala que en el país se han construido 1830 plantas de tratamiento para aguas residuales ordinarias de las cuales 16% reportan sus operaciones al Ministerio de Salud (Estado de la Nación 2015, 2016).

De los 5.028 generadores de aguas residuales especiales, solo el 30% cuenta con reportes operacionales (Contraloría General del República 2013, citado por el Estado de la Nación 2013).

El Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional, desde el año 2007 ha venido monitoreando la calidad del agua en 64 sitios, los cuales están distribuidos en las diecisiete microcuencas del río Virilla. De estos 64 sitios, 30 presentan baja contaminación o están limpios, en 22 la calidad del agua es moderada y 12 presentan altos niveles de contaminación, estos últimos en zonas urbanas de alta densidad.

El IRET analizó 53 estudios en 250 ríos del país, con 487 puntos de muestreo entre el 2005 y el 2012, obteniendo

como resultado que el 71% de los puntos muestran contaminación de moderada a extrema a juzgar por la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (Índice BMWP-CR). Se evidenció la desaparición de organismos tolerantes y afectación a la cadena trófica principalmente en los sectores cercanos a actividades agropecuarias, así como la desaparición de bioindicadores que favorecen la calidad del agua en los ríos de la GAM y especies como roedores, mosquitos, aves carroñeras y otros, que se alimentan de residuos orgánicos. En los ríos Tempisque, Tárcoles y Reventazón, se registraron metales pesados, así como niveles de contaminantes superiores a la normativa respecto de plaguicidas, nutrientes orgánicos, productos farmacéuticos –para cuyo vertido no existe regulación-, y sólidos. Se reportó la presencia de estos y otros contaminantes en 25 de las 34 cuencas existentes. (Estado de la Nación 2013).

Estudios posteriores del CIMAR-UCR y IRET-UNA durante los años 2011 y 2012 respectivamente, identificaron la presencia de analgésicos, antipiréticos, antibióticos, antiepilépticos, antidepresivos, antihipertensivos, antimicrobianos, anti-inflamatorios no esteroides (AINE), bloqueadores de los receptores histamínicos H₂, estimulantes del SNC (alcaloide), metabolito de cafeína, reguladores de lípidos y metabolitos (Alison, L.

2011, citado por el Estado de la Nación, 2013). Aún más, estudios del CIMAR, el Centro de Investigaciones en Contaminación Ambiental (CICA), el Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA) y la Escuela de Química de la UCR determinaron que los PFCP con mayor presencia son la doxiciclina (antibiótico), el triclosán (antibacterial), ácido salicílico y cafeína. Estos resultados apuntan a las deficiencias en el control ejercido por el Ministerio de Salud sobre los residuos líquidos y los procesos de recolección, tratamiento y disposición final de lodos de tipo especial, originados del proceso de tratamiento de las aguas residuales especiales provenientes de establecimientos de metalurgia, tenería, almacenamiento de combustible, industria química, industria del papel y alimentaria, entre otros. Los residuos especiales – que son peligrosos- posiblemente puedan estarse combinando con residuos ordinarios y enviándose a botaderos a cielo abierto, cuerpos de agua o lotes baldíos. A esto se suma la falta de plazos para envío de reportes, los plazos extensos en la revisión de reportes y la baja representatividad de las muestras, que hacen nugatoria la posibilidad de aplicar acciones correctivas en caso de riesgos al ambiente y a la salud pública (CGR, 2015).

5.3 Residuos sólidos

La gestión de residuos en Costa Rica viene presentando avances desde el año 2006 con la elaboración de reglamentos específicos, la realización e implementación de programas, como el PRESOL (Plan Nacional para los Residuos Sólidos) oficializado mediante decreto ejecutivo en 2008 (ver Capítulo 4). El Plan consta de 31 acciones estratégicas y 10 Planes Municipales en distintos cantones bajo la conducción del Ministerio de Salud y el apoyo del Programa CYMA de la Agencia de Cooperación Alemana (GTZ). Durante el 2009 se socializó la información del PRESOL y se inició el desarrollo de centros de acopio por parte de algunas Municipalidades, como la del cantón de Guácimo con el acopio y venta de 40 toneladas (MINSa, 2007 y 2010). Otro avance se logra con la publicación de la Ley para la Gestión Integral de Residuos en julio del 2010 y la oficialización de la Política Nacional sobre Gestión Integral de Residuos 2010-2021 (MINSa, 2016), que ofrecen una visión más intersectorial en salud, protección del ambiente y aspectos socioeconómicos.

Una evaluación del 2016 sobre los ejes del PRESOL determinó que ha habido logros significativos en los ejes legal-administrativo, institucional y organizacional, y educación y sensibilización, pero hay aspectos y retos pendientes en las áreas técnica

y económica. Alrededor de un 85% de los hogares dispone de los residuos sólidos mediante el traslado en camiones recolectores (ver cuadro 8), pero la diferencia entre las zonas urbanas y las rurales es significativa. En la GAM la cobertura del servicio de recolección es de más del 90% mientras que en área rural es de menos del 50%. En 31 cantones no se recuperan materiales valorizables, mientras que en 14 recuperan menos del 1%. En el caso de las zonas rurales, se ha observado una tendencia a la disminución de hogares que entierran los residuos, pasando en el año 2009 del 14,7% al 10,21% en 2015, y un aumento en los hogares que queman los residuos, pasando del 20,87% al 29,74% en el mismo período. Las dos regiones donde más entierran residuos son la Brunca con 12,96% de los hogares, seguido de la región Huetar Norte con 9,31%. En el caso de las regiones donde más queman residuos son la Huetar Norte con 29,87% de los hogares, mientras que las regiones Huetar Caribe y Brunca representan el 23,59% y 20,31% respectivamente.

En el año 2006 Costa Rica generó aproximadamente 3.784 toneladas de residuos ordinarios por día, mientras que en el 2011 se generaron 3.955 toneladas diarias y para el 2014 unas 4.000 toneladas diarias de residuos ordinarios o municipales (MINSa, 2015). Del año 2011 al 2014 se pudo observar un lento crecimiento en la producción nacional de residuos, alrededor de un 1%, dado

que una mayor cantidad de residuos se recuperan de la fuente con la consecuente disminución de residuos que llegan a los sitios de disposición final (MINSa, 2016).

Del total de residuos generados para el año 2014, un 55% corresponde a residuos orgánicos, 15,5% a papel y cartón y 11,5% a plásticos. Esta composición varía ligeramente para el presente año (2017): el 58% corresponde a orgánicos, seguido de papel o cartón con un 21% y plástico con un 11% (los otros residuos son metales con 2%, vidrio con 1% y un 7% de no valorizables) (SINIGIR, 2017).

5.4 Separación de residuos en Costa Rica

Entre el 2010 al 2015, el porcentaje de la población que separa los residuos orgánicos oscila entre el 37% y el 43%, pero la diferencia es notable al analizar la población urbana y rural, ya que en la zona rural el porcentaje alcanza hasta un 51%, mientras que la zona urbana el promedio es de un 34% de la población (Encuesta Nacional de Hogares 2016).

En el mismo período, el porcentaje de personas que separa el plástico oscila entre el 35% y el 46%. Desde el año 2013, el porcentaje de la población que separa este material ha ido disminuyendo, pasando del 46% al 41%. Entre la zona urbana y rural no hay diferencias significativas

en el porcentaje de las personas que hacen la separación. Respecto del papel y el cartón, se muestran las mismas tendencias. Al 2005, un 35% de la población separa este material. En términos generales, se puede hablar de que entre el 30% y 40% de la población urbana o rural estaría realizando separación de residuos, sin embargo, del año 2013 al 2015 la tendencia de separación va en disminución.

5.5 Disposición final y transporte de residuos ordinarios

El servicio de recolección de residuos presenta debilidades en el diseño de las rutas de recolección y en algunos casos, es extenso el recorrido en el transporte de los residuos hasta los sitios de disposición final. Aproximadamente, el 50% de los camiones recolectores municipales no se encuentra en óptimas condiciones. Estos factores tienen repercusiones en la continuidad y la cobertura del servicio de recolección y en el incrementado de un 100% en los últimos cinco años de los costos por mantenimiento de dichos vehículos, además del impacto de la contaminación ambiental (CGR, 2016). Por otro lado, cada vez es mayor la cantidad de municipalidades que cuentan con el respectivo Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos (PMGIR). Del año 2013 al 2016 se dio un

aumento de 58 a 79 municipalidades con dicho plan, un salto del 71% al 97% de las municipalidades (Ministerio de Salud, 2017).

De los residuos recolectados por los 81 gobiernos locales en el 2014, únicamente se recuperó el 1,26% de ese total. Es decir, de 961,5 mil toneladas recolectadas en ese año, se recuperaron para la valorización apenas 12,1 mil toneladas. Las restantes 949,4 mil toneladas se enviaron a rellenos sanitarios y vertederos (CGR, 2016). La Estrategia Nacional para la Separación, Recuperación u Valorización de Residuos plantea una meta al 2021 de que al menos 15% de los residuos generados deben ser valorizados.

Actualmente el país cuenta con 8 rellenos sanitarios, cantidad que se ha mantenido desde el año 2013. Sin embargo, el número de vertederos ha disminuido considerablemente, pasando de 36 vertederos en el 2013 a 28 en el 2014 y 23 en la actualidad. Costa Rica pasó de depositar el 25% de los residuos en un vertedero al 20% (SINIGIR, 2017). Es importante continuar hacia la eliminación total de los vertederos o a su conversión en rellenos sanitarios, por sus efectos en emisión de GEI, contaminación por lixiviados, olores, daños a la vegetación, afectación a comunidades cercanas, entre otros (UE, 2000). Dos vertederos fueron reconvertidos a rellenos sanitarios en el 2013, uno en la región pacífico central y otro en la chortega.

Ante el agotamiento de los rellenos sanitarios existentes, varias compañías nacionales y extranjeras han tratado de negociar acuerdos para la incineración de desechos ordinarios, utilizando tecnologías de pirólisis o gasificación. No obstante, estas alternativas deben ser consideradas como una última opción, por los efectos perjudiciales en la salud y el ambiente, ante lo cual ya ha habido manifestaciones y conflictos en las comunidades en que se han propuesto estos proyectos (AMBIENTICO, 2017).

Para los próximos cuatro años, Costa Rica desea convertirse en el país número uno a nivel mundial en eliminar el uso de bolsas plásticas, ya que, de continuar el consumo actual de estos residuos, para el 2050 se tendría más plástico que peces en los océanos (Canelo, 2017).

5.6 Residuos sólidos especiales y peligrosos

El Reglamento para la declaratoria de residuos de manejo especial de 2014 establece los lineamientos y requisitos para el trámite e inscripción de “Unidades de Cumplimiento”, formadas por uno o más productores e importadores cuyos bienes generen residuos declarados de manejo especial, con el fin de establecer los mecanismos y acciones de manera planificada que permitan garantizar

la gestión integral de estos residuos (Ministerio de Salud, 2017). Para ello, también se crea el Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos (SIGREP).

En el 2016 Costa Rica exportó 98.549 toneladas de residuos peligrosos (baterías, ácido, plomo, chatarra metálica, residuos electrónicos) y trató en el país 32.591,55 toneladas de residuos peligrosos (líquidos, aguas, lodos, medicamentos, aceites, solventes, materiales contaminados). En el cuadro 10 se observa la predominancia de la chatarra, sin embargo, el volumen de exportación de este tipo de residuos ha venido disminuyendo.

5.7 Gestores autorizados

El gestor autorizado de residuos es aquella persona física o jurídica, pública, privada o de economía mixta, registrada ante el Ministerio de Salud, dedicada al manejo total o parcial de los residuos. Dentro de este manejo y sus actividades, se encuentran las de recolección, transporte, acopio, valorización, desensamblaje, exportación, tratamiento y disposición final (Ministerio de Salud, 2013). El proceso de registro inició a partir del 3 de setiembre del 2013. De ese año al 2014 aproximadamente, se habían registrado 104 gestores y para julio del año 2017 se encuentran registrados 243, con la particularidad

de que hay 33 gestores de residuos peligrosos (Ministerio de Salud, 2017).

5.8 Conclusiones

En la última década se han promulgado importantes instrumentos legales y políticos para la adecuada gestión de los residuos. Las municipalidades han venido mejorando el servicio, pero presentan importantes rezagos en las áreas rurales, en donde un porcentaje importante de la población todavía quema o entierra sus residuos. Son necesarios mayores esfuerzos en el control de la disposición final de estos residuos, en promover la disminución

de los mismos, y en hacer cumplir las normativas existentes. A la vez, es imperativo promover una cultura para evitar y reducir el volumen de residuos, y separarlos en la fuente, así como exigir a las empresas estos mismos principios y la reutilización de residuos. Solo de esta forma el país podrá conseguir reducir el volumen total de residuos, alargando la vida de los rellenos sanitarios y protegiendo los cuerpos de agua, así como alcanzar la meta de 15% de residuos valorizados al 2015. Finalmente, debe profundizarse el control de la disposición final de residuos peligrosos y exigir las mejores prácticas a las industrias que los producen.

Cuadro N° 8 . Total de viviendas por sistema de eliminación de residuos según zona 2009-2015.

Zona	Eliminación de Residuos								
	AÑO	Camión recolector	La botan en hueco o la entierran	La queman	La botan en lote baldío	La botan en río, quebrada o mar	Otro	Ignorado	Total
2009									
Zona	1.083.134,00	53.540,00	110.743,00	2.388,00	542,00	6.354,00	-	1.256.701,00	
%	86,19	4,26	8,81	0,19	0,04	0,51		100,00	
Urbana	740.992,00	1.869,00	4.823,00	393,00	360,00	761,00	-	749.198,00	
%	98,90	0,25	0,64	0,05	0,05	0,10		100,00	
Rural	342.142,00	51.671,00	105.920,00	1.995,00	182,00	5.593,00	-	507.503,00	
%	67,42	10,18	20,87	0,39	0,04	1,10		100,00	
2010									
Zona	1.055.681,00	71.800,00	127.534,00	2.737,00	936,00	7.710,00	20,00	1.266.418,00	

Zona	Eliminación de Residuos							
AÑO	Camión recolector	La botan en hueco o la entierran	La queman	La botan en lote baldío	La botan en río, quebrada o mar	Otro	Ignorado	Total
%	83,36	5,67	10,07	0,22	0,07	0,61	0,002	100,00
Urbana	779.868,00	5.327,00	5.619,00	1.411,00	789,00	871,00	20,00	793.905,00
%	98,23	0,67	0,71	0,18	0,10	0,11	,	100,00
Rural	275.813,00	66.473,00	121.915,00	1.326,00	147,00	6.839,00	-	472.513,00
%	58,37	14,07	25,80	0,28	0,03	1,45		100,00
2011								
Zona	1.087.687,00	62.723,00	136.093,00	3.490,00	525,00	7.004,00		1.297.522,00
%	83,83	4,83	10,49	0,27	0,04	0,54		100,00
Urbana	804.270,00	2.478,00	6.511,00	967,00	268,00	280,00		814.774,00
%	98,71	0,30	0,80	0,12	0,03	0,03		100,00
Rural	283.417,00	60.245,00	129.582,00	2.523,00	257,00	6.724,00		482.748,00
%	58,71	12,48	26,84	0,52	0,05	1,39		100,00
2012								
Zona	1.124.081,00	61.325,00	133.005,00	3.126,00	839,00	4.429,00		1.326.805,00
%	84,72	4,62	10,02	0,24	0,06	0,33		100,00
Urbana	818.004,00	3.092,00	5.719,00	1.032,00	496,00	677,00		829.020,00
%	98,67	0,37	0,69	0,12	0,06	0,08		100,00
Rural	306.077,00	58.233,00	127.286,00	2.094,00	343,00	3.752,00		497.785,00
%	61,49	11,70	25,57	0,42	0,07	0,75		100,00
2013								
Zona	1.157.481,00	54.649,00	125.286,00	2.506,00	479,00	7.635,00		1.348.036,00
%	85,86	4,05	9,29	0,19	0,04	0,57		100,00
Urbana	840.803,00	1.616,00	3.327,00	520,00	321,00	126,00		846.713,00

Zona		Eliminación de Residuos						
AÑO	Camión recolector	La botan en hueco o la entierran	La queman	La botan en lote baldío	La botan en río, quebrada o mar	Otro	Ignorado	Total
%	99,30	0,19	0,39	0,06	0,04	0,01		100,00
Rural	316.678,00	53.033,00	121.959,00	1.986,00	158,00	7.509,00		501.323,00
%	63,17	10,58	24,33	0,40	0,03	1,50		100,00
2014								
Zona	1.238.355,00	46.286,00	108.756,00	2.316,00	586,00	2.972,00		1.399.271,00
%	88,50	3,31	7,77	0,17	0,04	0,21		100,00
Urbana	1.011.355,00	3.048,00	7.044,00	554,00	510,00	,		1.022.511,00
%	98,91	0,30	0,69	0,05	0,05	,		100,00
Rural	227.000,00	43.238,00	101.712,00	1.762,00	76,00	2.972,00		376.760,00
%	60,25	11,48	27,00	0,47	0,02	0,79		100,00
2015								
Zona	1.248.773,00	43.404,00	137.735,00	4.323,00	213,00	1.672,00		1.436.120,00
%	86,95	3,02	9,59	0,30	0,01	0,12		100,00
Urbana	1.014.271,00	2.899,00	19.712,00	1.944,00	114,00	292,00		1.039.232,00
%	97,60	0,28	1,90	0,19	0,01	0,03		100,00
Rural	234.502,00	40.505,00	118.023,00	2.379,00	99,00	1.380,00		396.888,00
%	59,09	10,21	29,74	0,60	0,02	0,35		100,00

Fuente: EHPM 2009. ENAHO, 2010-2015. INEC.

Cuadro N° 9 Porcentaje de hogares con separación de los diferentes tipos de residuos 2010-2015

AÑO	PORCENTAJE DE POBLACIÓN CON SEPARACIÓN DE RESIDUOS														
	Orgánico (%)			Plástico (%)			Papel o Cartón (%)			Vidrio (%)			Aluminio (%)		
	TOTAL	ZU	ZR	TOTAL	ZU	ZR	TOTAL	ZU	ZR	TOTAL	ZU	ZR	TOTAL	ZU	ZR
2010	37	30	49	35	37	33	29	30	26	32	32	32	27	26	29
2011	38	31	50	40	40	40	35	35	34	36	34	38	33	30	37
2012	42	36	51	45	45	43	38	39	34	39	39	39	36	35	38
2013	43	37	53	46	47	44	40	42	38	41	41	42	39	38	42
2014	39	34	52	45	45	43	37	38	34	37	37	38	34	33	39
2015	38	33	52	42	43	41	35	37	31	35	35	35	33	32	36
Composición de los Residuos en Costa Rica⁹	58%			11%			21%			1%			2%		

Fuente: ENAHO, 2010-2015. INEC.

ZU: Zona Urbana ZR: Zona Rural

Cuadro N° 10 Exportación de residuos peligrosos en el período 2013-2016.

Tipo de residuos	Año			
	2013	2014	2015	2016
Baterías ácido plomo	165	47	48	40
Chatarra metálica	163.217	114.846	98.755	98.401
Residuos electrónicos	426	16.973	0	108
Aceite usado	0	0	0	0
TOTAL	163.808	131.866	98.803	98.549

Fuente: Sistema Nacional de Información sobre Gestión Integral de Residuos (SINIGIR) a través de Procomer (Ministerio de Salud, 2017)

⁹ Sistema Nacional de Información sobre Gestión Integral de Residuos (SINIGIR) del Ministerio de Salud (Datos del 17 de mayo 2017)

6. Producción agrícola, agropecuaria y forestal

El análisis de impulsores que generan presión e impacto en el ambiente costarricense, se realiza a partir de su contribución en los procesos de cambio de uso de la tierra que provocan la pérdida de biodiversidad y belleza escénica, deterioro del recurso hídrico y del recurso suelo, y la emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global. Uno de los principales indicadores de deterioro ambiental lo constituye la deforestación o pérdida permanente de la cobertura boscosa para dar paso a otro uso de la tierra.

Durante el periodo 1988-2013, en Costa Rica se implementó una serie de políticas ambientales que permitieron disminuir significativamente la deforestación y por consiguiente, reducir las emisiones forestales de gases de efecto invernadero (GEI), de 21,7 millones de toneladas de dióxido de carbono al año, a poco menos de 1.8 millones ($t\ CO_2e \cdot año^{-1}$). En dicho periodo, el país promulgó dos leyes forestales (7032 y 7575), la Ley de Vida Silvestre (7317) y la Ley Orgánica del Ambiente (7554). Mediante este complejo de instrumentos legales se erigieron fondos públicos,

principalmente mediante el impuesto del 3,5% sobre el consumo de combustibles, para la creación de una serie de mecanismos financieros y esquemas de manejo de bosque natural, que junto con esquemas privados de conservación, como la red costarricense de reservas naturales, se implementaron para hacer más atractivo el mantenimiento de la cobertura boscosa sobre la ganadería y agricultura de subsistencia; y lograr así conservar el bosque sin tener que comprar tierras para crear más parques nacionales, reservas biológicas o refugios de vida silvestre (ver Figura 1).

Durante el periodo 1988-2013, las Áreas Silvestres Protegidas fueron un factor importante para evitar el cambio en el uso de la tierra. La deforestación fue mayor en los bosques ubicados en tierras privadas y mucho menor en las áreas protegidas, especialmente en los Parques Nacionales y Reservas Biológicas, que son las categorías de protección absoluta (ver Gráfico 8).

Se podría argumentar entonces que las tierras con menos restricciones por ley fueron más propensas al cambio

de uso de la tierra (FONAFIFO, 2017a). No obstante, de forma innovadora, el Estado enfocó sus esfuerzos en la ampliación del área boscosa bajo conservación y manejo sostenible, mediante la implementación del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA). El PPSA, junto con el aporte privado de la Red Costarricense de Reservas Naturales, para finales del 2013, permitió ampliar en un 38% la cobertura boscosa dedicada a la protección y uso sostenible. Logrando así disminuir el área de bosques vulnerable a los impulsores de deforestación y degradación, a un costo mucho menor al de haber tenido que comprar las tierras. Durante este periodo, el Estado realizó una inversión total de 125 mil millones de colones (colones del 2006), en la recuperación de áreas boscosas, establecimiento de plantaciones forestales, sistemas agroforestales y conservación y uso sostenible del bosque.

6.1 Dinámica de cambio de uso entre el bosque y las actividades agropecuarias

Es importante resaltar que aun cuando se ha establecido en la Ley Forestal en Costa Rica 7575, una serie de instrumentos técnicos, administrativos y financieros, y de sanciones y prohibiciones legales que castigan ciertas actividades de

amenaza a los bosques —como la prohibición del cambio de uso del suelo una vez que la tierra se ha convertido en bosque—, la capacidad del Estado para vigilar y hacer valer la ley es limitada, por lo que en muchas zonas del país la amenaza de deforestación del bosque está siempre presente.

El principal factor que impulsa la deforestación en los terrenos privados es la conversión de los bosques para uso agrícola y ganadero. En muchos casos, los usuarios de la tierra generan un ingreso anual más alto con la agricultura o la cría de ganado que con los bosques, condicionados por factores tales como el acceso vial. Esta situación a veces se ve agravada por las políticas que favorecen el desarrollo agrícola industrial. Sin embargo, la dinámica de cambio de uso entre el bosque y las actividades agropecuarias va en doble sentido, siendo la ganadería (pasturas) las que más deforestan y aportan a la regeneración de los bosques secundarios (ver cuadro 11 y 12).

En el país existe una dinámica de pérdidas de bosque maduro y regeneración de bosque secundario. Para el periodo comprendido entre el 2008 y 2013, en el cual las tasas de deforestación y regeneración podrían ser más representativas de lo que sucede actualmente y en el futuro cercano, la dinámica de pérdidas de cobertura del bosque maduro fue de 45.059 hectáreas, en

donde el principal factor es la creación de pastizales, representando un 68% de la pérdida de bosques (ver cuadro 11). No obstante, cuando se considera la regeneración de bosque secundario, se regeneraron un total de 218.752 hectáreas a partir principalmente de pastizales (un 65% del área aportada), seguido por la pérdida de área de cultivos permanentes (24%) y

cultivos anuales (7%). Esto suma 96% de la regeneración de bosques secundarios producto de la contracción del área de la actividad agropecuaria (ver cuadro 11). En la gráfica 9 se observa la dinámica de pérdida y ganancia de área en los cultivos de café, piña, permanentes, anuales y pasturas, observados mediante sensores remotos durante el periodo 2008-2013.

Recuadro 3 Sarapiquí Carbono Neutral Clima Resiliente: un modelo de desarrollo territorial inclusivo y multisectorial

La vulnerabilidad al cambio climático y oportunidades para el desarrollo

A nivel global es reconocido que los servicios que brindan los ecosistemas al bienestar humano son vitales para el mantenimiento y mejora de los medios de vida de las comunidades rurales. Sin embargo, las presiones a los ecosistemas (e.g. pérdida de hábitat para especies silvestres, contaminación de acuíferos, pérdida de suelo), así como la demanda y sobre explotación de los recursos naturales continúan mermando la capacidad de los ecosistemas para generar tales servicios. La sinergia entre estas presiones y los cambios en los patrones del clima es un factor más que contribuye con esta reducción progresiva en la provisión de los servicios ecosistémicos y la calidad de los mismos. Ante estos patrones, se requieren de enfoques innovadores e integrales que incrementen la capacidad de las comunidades locales para enfrentarse y adaptarse a estos cambios y sus impactos, tanto positivos como negativos.

La Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (Fundecor), una organización no gubernamental sin fines de lucro dedicada al desarrollo sostenible ha venido implementando por más de dos décadas modelos inclusivos de desarrollo local a partir de los servicios ecosistémicos generados principalmente por los bosques. Desde hace ya 5 años la iniciativa “Sarapiquí Carbono Neutral Clima Resiliente” (SCNCR) se convierte en una de las estrategias de desarrollo local inclusivo de la organización, cuyos objetivos y alcance de detallan a continuación.

La propuesta y sus componentes

SCNCR tiene su área de acción en el cantón de Sarapiquí, que tiene una extensión de 2 140.54 km², es dominado por una población rural de un poco más de 53 000 habitantes, presenta un bajo Índice de Desarrollo Social estimado en 21.2 y cuya economía se basa en la producción agropecuaria y ganadera a pequeña y gran escala, con una concentración de

servicios en el cantón de Puerto Viejo, incluyendo el turismo de naturaleza como un sector importante para la economía local. Estudios recientes reportan al cantón como altamente vulnerable ante los cambios del clima¹⁰, lo cual combinado con un índice de desarrollo social bajo, determina la necesidad de reforzar modelos de desarrollo resilientes ante eventos extremos y el cambio del clima.

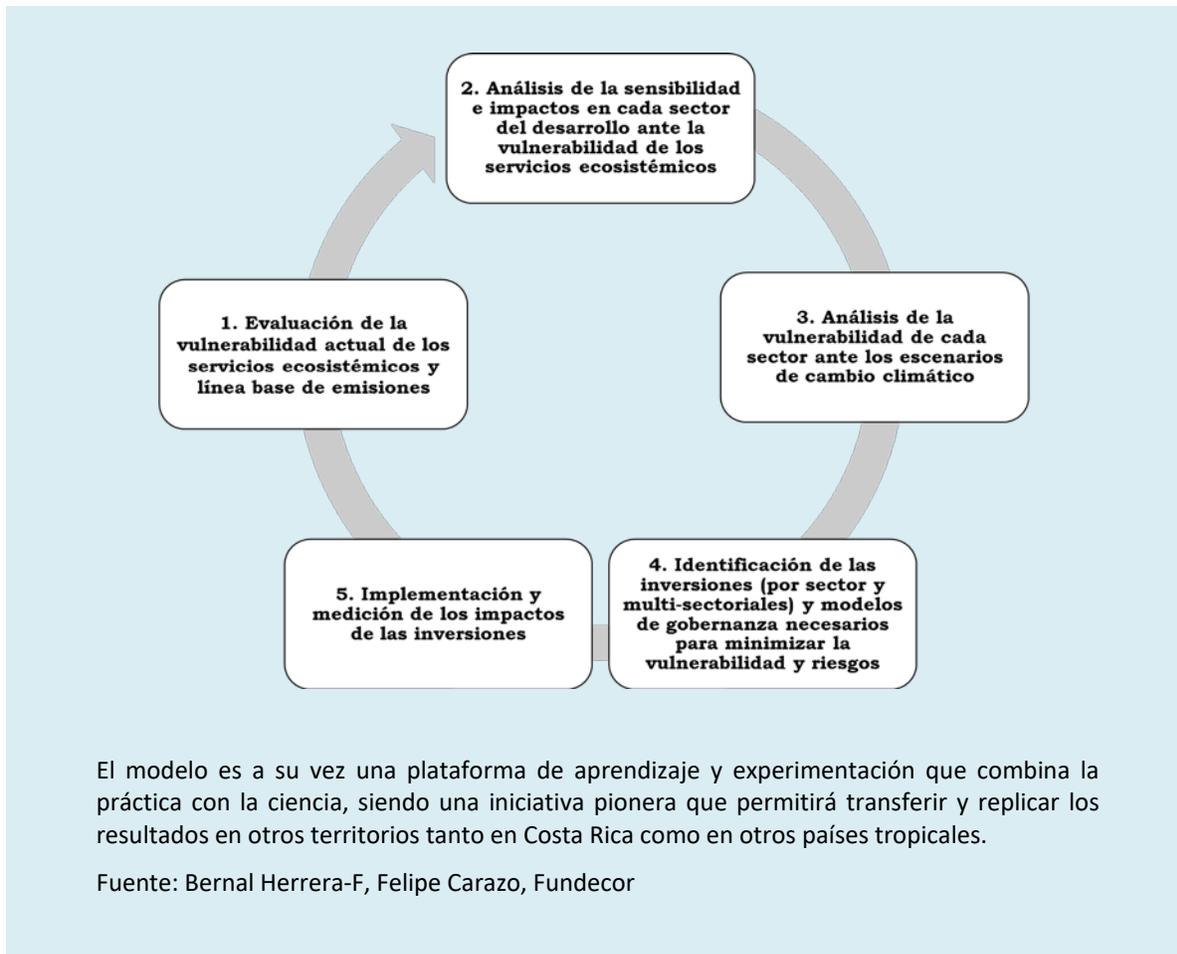
Ante la alta vulnerabilidad socio-ecológica, la iniciativa SCNCR busca el diseño e implementación de un modelo de desarrollo territorial inclusivo dirigido a incrementar la resiliencia socio-ecológica y por lo tanto reducir la vulnerabilidad, así como la emisión de gases de efecto invernadero, utilizando como eje articulador los servicios ecosistémicos que brindan los bosques a los diferentes sectores del desarrollo. Producto de esta mayor resiliencia, la iniciativa también pretende generar mayores beneficios sociales y económicos asociados al manejo y conservación de estos servicios.

El alcance es territorial, por lo que dentro de sus objetivos la iniciativa plantea el desarrollo de instrumentos técnicos, financieros y modelos de gobernanza que reconozcan e internalicen en los sectores del desarrollo la importancia de los servicios ecosistémicos de tal forma que se generen impactos a escala del paisaje. De esta forma se pretende generar condiciones necesarias para que se alcancen los múltiples objetivos económicos, políticos, sociales y ambientales que persiguen los diferentes actores del desarrollo en el territorio.

El proceso para la generación de las acciones de adaptación y mitigación parte de un análisis técnico riguroso, que permitirá tanto el desarrollo de los mecanismos de inversión financiera y gobernanza, así como el diseño e implementación de sistemas de medición del impacto de estas inversiones e intervenciones en el territorio.

Síntesis del proceso de SCNCR para el diseño de inversiones para la reducción de la vulnerabilidad y el riesgo.

¹⁰ Echeverría, J. 2011. Evaluación de la vulnerabilidad futura del sistema hídrico al Cambio Climático. Costa Rica. Ministerio de Energía, Minas y Telecomunicaciones (MINAET)- Instituto Meteorológico Nacional (IMN)- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). San José, Costa Rica, 69p



6.2 Cultivos Agrícolas

Los cultivos agrícolas y las pasturas explican el 32% de las emisiones de gases de efecto invernadero de las actividades agrícolas, especialmente por el componente de óxido nítrico (N₂O) en los suelos agrícolas y en las quemas, y por el metano del arroz anegado. Las actividades agrícolas más importantes son: el cultivo de café, caña de azúcar, banano, arroz, palma de aceite y piña, los mismos representan el 77% del área sembrada en el 2014 (Sancho, Rivera, & Obando, 2015).

El caso del café es una actividad que se ha venido contrayendo de manera sostenida en las últimas dos décadas. Esta actividad agrícola ha sido abandonada en muchas regiones cerca de las ciudades dando paso a la urbanización, ya que el café por muchos siglos se produjo en zonas urbanas del Valle Central en especial, en donde el uso urbano elevó el costo de oportunidad (valor de uso alternativo) de las plantaciones de café.

En las últimas décadas, la producción de arroz refleja los cambios estructurales que ha tenido la actividad, la cual ha sido protegida de la competencia externa por muchos años. A finales de los años noventa se suscita una baja internacional del precio, lo que incentivó más importaciones y una menor producción local. Con la recuperación de los precios internacionales, especialmente desde el 2007, se incentiva de nuevo la producción nacional ante importaciones relativamente más caras y la ventaja de un mercado protegido y regulado para los productores.

La caña de azúcar, por su parte, muestra relación con la tendencia del PIB per cápita, dada la importancia del azúcar en la dieta del costarricense. No obstante, la reducción en los últimos años parece mostrar un cambio en la dieta a favor de sustitutos dietéticos del azúcar, lo que ha impulsado una campaña de la industria nacional a favor del consumo del azúcar.

La producción de banano, palma de aceite y piña están orientadas hacia el comercio internacional, por lo que su expansión responde esencialmente a factores externos. El caso del banano es una excepción, debido a que es una actividad limitada por las cuotas de mercado, por lo que sus niveles de producción oscilan en un rango que no evidencia relación con la expansión

de la economía. La palma de aceite y la piña sí se asocian con la expansión del PIB, aunque este sería más un resultado por la alta influencia de factores externos del comercio internacional que explican la expansión de estos productos.

6.3 Ganadería de carne y leche

La producción de carne en el país hasta el año 2011 presentó una tendencia al alza, la cual seguía muy de cerca la tendencia del PIB per cápita. En el 2011 se experimenta una caída en el consumo per cápita de carne de res, lo que impacta igualmente la producción nacional. Las exportaciones por su parte se mantienen muy estables durante el periodo analizado, y equivalen a cerca de una quinta parte (21% en promedio) de la producción nacional. El consumo per cápita de carne de res venía incrementándose ligeramente desde el 2007, pero desde el 2011 se comienza a contraer y sigue esa tendencia durante el 2014. La producción de leche por su parte presenta un crecimiento asociado con el Producto Interno Bruto, señalando el doble efecto de crecimiento poblacional y la actividad económica. El consumo per cápita de leche varía de año en año, pero oscila alrededor de una tendencia muy estable en el tiempo (Sancho, Rivera, & Obando, 2015).

6.4 Otros factores que generan presión

Invasión de tierras: A pesar de la existencia de un sistema de titulación relativamente seguro, las cuestiones de tenencia de la tierra también juegan un papel importante. En los territorios indígenas, algunas comunidades tienen dificultades para evitar que los agricultores no indígenas invadan sus tierras forestales; por otra parte, en reservas forestales y refugios de vida silvestre, las dificultades para obtener un título de propiedad válido impiden la participación en programas tales como el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA).

Incendios Forestales: los incendios forestales, por lo general, no cambian el uso de la tierra, a menos que se utilicen deliberadamente como parte de las herramientas para tal fin. En Costa Rica, entre 1998 y 2014, se incendiaron un promedio de 3.300 ha*año⁻¹ de bosques, 9.700 ha*año⁻¹ de bosques secundarios y 16.400 ha*año⁻¹ de pastos; estas coberturas comprenden el 90% de la superficie total quemada (datos proporcionados por la Comisión Nacional de Incendios Forestales, período 1998-2014). La mayoría de los incendios forestales son causados por accidentes fuera de los bosques. No hay registros sobre el tipo de cobertura cambiada tanto en el área de bosque maduro como en el

de bosque secundario, pero el criterio de expertos es que el porcentaje es muy bajo. Se ha mantenido un registro de las causas de incendios desde 2007, donde el 24% de los incendios fueron causados por quemas de pasturas, 21% por vandalismo, 19% por quemas agrícolas y 11% por cacería.

Los incendios forestales en Costa Rica contribuyen con la degradación del bosque, pues tienen la capacidad de interrumpir el proceso de regeneración de los bosques. La exposición a altas temperaturas durante un incendio afecta gravemente a las plantas jóvenes y a los árboles grandes, provocando daños importantes en su sistema vascular o en sus estructuras principales, debilitándolos hasta morir. Esto abre espacios en el bosque aptos para la invasión de especies herbáceas.

Tala ilegal: De acuerdo a FONAFIFO (2017), se estima que en Costa Rica un 36% de la madera proviene de la tala ilegal, aproximadamente 200.000 m³*año. Las principales causas de tala ilegal son: i. gestión deficiente del control forestal, ii. demanda de productos forestales y iii. tala para satisfacer necesidades humanas. Se señala al Estado como el principal responsable de la tala ilegal, por encima del sector privado (consumidores de productos forestales y propietarios de bosque). Las principales barreras para la prevención de la tala ilegal han sido

la ineficacia del mecanismo de control existente y de los sistemas de monitoreo para detectar la pérdida de bosques. El funcionamiento del actual modelo de control obedece a la necesidad de cubrir acciones de control y protección de respuesta inmediata, de tal forma que su nivel de respuesta en este papel suele ser reactivo ante la sociedad y no basta para ser preventivo. Tampoco existe un modelo integrado, porque debido a la estructura organizativa del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), cada área de conservación hace un esfuerzo por responder a las denuncias y todas están organizadas de manera independiente. Esta situación dificulta la gestión y el seguimiento de la política de control a nivel nacional, además de la planificación y el control por resultados estratégicos.

En la actualidad, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) por medio de la Contraloría Ambiental y el SINAC cuentan con diferentes mecanismos dirigidos a la adecuada gestión de la actividad ilegales, entre los que destacan: i. el Sistema integrado de trámite y atención de denuncias ambientales (SITADA)¹¹: es el sitio oficial de Costa Rica en donde se puede ingresar y consultar denuncias o quejas ambientales. Este sistema es el resultado del trabajo conjunto de las diferentes dependencias del sector ambiente, y

busca establecer un esquema de gestión de la información que sirva de soporte para la toma de decisiones, evaluación, seguimiento y monitoreo del cumplimiento y atención de denuncias ambientales. El denunciante tiene la opción de que sus datos se mantengan confidenciales. Y, ii. el Sistema de información para el control del aprovechamiento Forestal (SICAF) coordinado por el SINAC¹²: tiene como objetivo presentar en forma digital toda la información derivada de los permisos aprobados del aprovechamiento forestal que se otorgan en terrenos de uso agropecuario y sin bosque y permisos especiales. Está basado en el Manual para el Aprovechamiento Maderable en Terrenos Agropecuarios y sin Bosque y Permisos Especiales, publicado mediante la resolución R-SINAC-028-2010, en la Gaceta No 163, 23 de agosto del 2010.

No obstante, a pesar del esfuerzo realizado hasta el momento, el SINAC está revisando el modelo institucional de control en la tala ilícita, con el fin de mejorar las características clave de su funcionamiento, como el alcance, la estructura (organización y componentes), los procesos, las metodologías, los instrumentos, los recursos, etc.

Expansión de las zonas urbanas: La dinámica poblacional, económica, comercial y los patrones de

¹¹ <http://www.minae.go.cr/denuncias-publico/>

¹² http://www.sirefor.go.cr/?page_id=876

migración seguirán siendo una amenaza por la creación de nuevos centros urbanos, especialmente asociados a las mejoras de infraestructura vial que permite el acceso a nuevas zonas geográficas y el incentivo a nuevos centros económicos o de producción. En este ámbito también está el repunte de actividades intensivas en el uso de la tierra, cuya baja competitividad en el pasado permitió el abandono de tierras y el avance del bosque, pero que es una situación difícil de mantener debido a que, pese al pago de servicios del bosque, su competitividad respecto a otras actividades económicas es muy limitada (Sancho, Rivera, & Obando, 2015).

6.5 Conclusiones

Durante el periodo 1988-2013, las políticas ambientales implementadas permitieron disminuir significativamente la deforestación y por consiguiente, reducir las emisiones forestales de gases de efecto invernadero, complementando así el esfuerzo de conservación del sistema de Áreas Silvestres Protegidas.

Durante este mismo periodo, mediante la implementación del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA), el Estado realizó una inversión total de 125 mil millones de colones (colones del 2006), en la

recuperación de áreas boscosas, establecimiento de plantaciones forestales, sistemas agroforestales y conservación y uso sostenible del bosque.

El principal factor que impulsa la deforestación en terrenos privados es la conversión de los bosques para el uso agrícola y ganadero. Pero a la vez, las pasturas son las que más aportan a la regeneración de los bosques secundarios. Durante el periodo 2008-2013 se perdieron 45.059 hectáreas, en favor de la creación de pastizales, representando un 68% de la pérdida de bosques, y se regeneraron un total de 218.752 hectáreas de bosque secundario a partir principalmente de pastizales (un 65% del área aportada).

Otros factores importantes que generan presión en el ambiente costarricense son los incendios forestales, mayoritariamente causados por quemas de pastos y agrícola y la tala ilegal, la cual se estima que en aproximadamente 200.000 m³*año.

6.6 Desafíos

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP 21), celebrada en París en noviembre 2015, Costa Rica presentó su Contribución Nacionalmente

Determinada¹³ (NDC) para la reducción de emisiones GEI. El país reafirmó su aspiración de convertirse en una economía carbono neutral a partir del año 2021, como culminación de su acción voluntaria, previa a 2020. El país está comprometido a un máximo de 9.374.000 t CO₂e*año⁻¹ para 2030, continuando su disminución hasta 5.964.988 t CO₂e*año⁻¹ para el 2050. Entre otras acciones, en la misma se plantea como opción de mitigación la reducción de emisiones GEI y la mejora de los sumideros de carbono en la agricultura, ganadería y forestería.

De acuerdo con la NDC, el sector agropecuario se centrará en medidas que pueden reducir las emisiones de óxido nitroso y metano (reducción de uso fertilizantes y mejora de la fermentación entérica). En este sentido, actualmente se impulsan dos importantes acciones nacionales apropiadas de mitigación: i. NAMA Café y ii. NAMA Ganadería o Estrategia nacional de ganadería baja en carbono (cadenas de valor de leche y carne). Asimismo, el sector agropecuario está enfocado al aumento de la captura de carbono, la productividad y la gama de servicios ambientales mediante el establecimiento de sistemas agroforestales. En este sentido FONAFIFO está implementando dos programas:

i. Programa de Plantaciones de Aprovechamiento Forestal (PPFA), que es un sistema de crédito para pequeños agricultores, dirigido al fomento de la siembra de árboles en sistemas agroforestales y silvopastoriles, con el objetivo de producir madera comercial y la mitigación de GEI. Con el PPAF, FONAFIFO ha colocado una cartera de 5.000 millones de colones. Desde el 2013, el PPAF ha financiado 80 proyectos SAF maderables donde se plantaron 129.000 árboles, esto representó un monto financiado de 285 millones de colones (FONAFIFO, 2017b); y el

ii. Programa PSA para establecimiento de Sistemas Agroforestales, que es un sistema de pago por servicios ambientales implementado desde el 2003, también dirigido al fomento de la siembra de árboles en sistemas agroforestales y silvopastoriles. En el mismo se ha contratado la siembra de 6.824.171 árboles.¹⁴

La reducción futura de emisiones en el sector forestal se centrará en: i. Regeneración natural; ii. Manejo de bosques naturales (bosque primario y secundario) y iii. Protección de los bosques naturales. Costa Rica se ha comprometido a desarrollar sus prácticas de mitigación y adaptación desde un enfoque basado en ecosistemas, aprovechando el compromiso de

¹³<http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Costa%20Rica%20First/INDC%20Costa%20Rica%20Version%20%200%20final%20ENG.pdf>

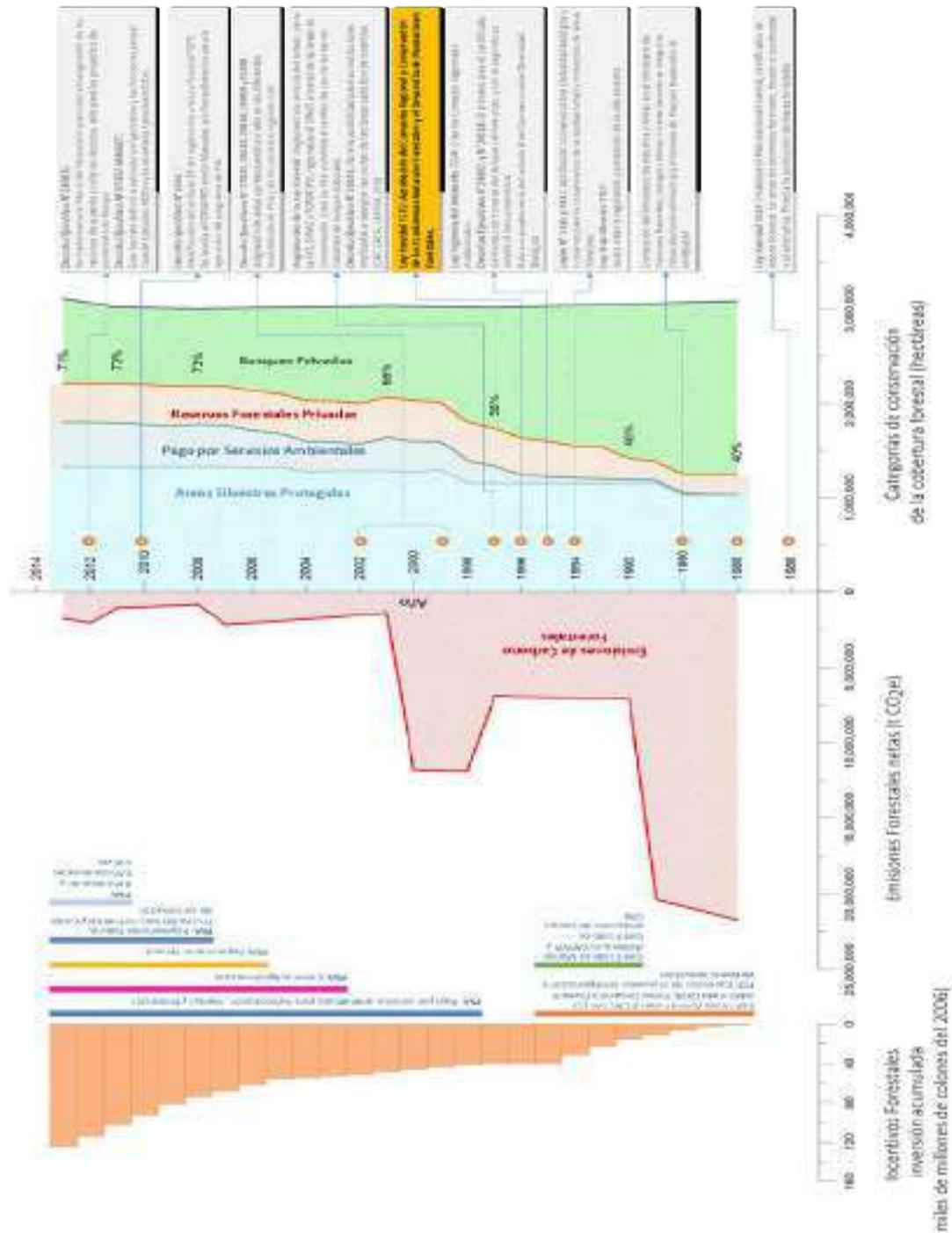
¹⁴ <http://www.fonafifo.go.cr/psa/estadisticas/gePSA-HectareasContratadas.pdf>

aumentar la cobertura forestal al 60% por medio de la Estrategia REDD+, con las siguientes acciones: i. Consolidación del Programa de Pagos de Servicios Ambientales; ii. Programa de Certificación Forestal como un mecanismo para promover

el desarrollo sostenible de los recursos forestales y la protección efectiva de las fuentes de agua y iii. Promoción del Sistema Nacional de Corredores Biológicos y del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAC).

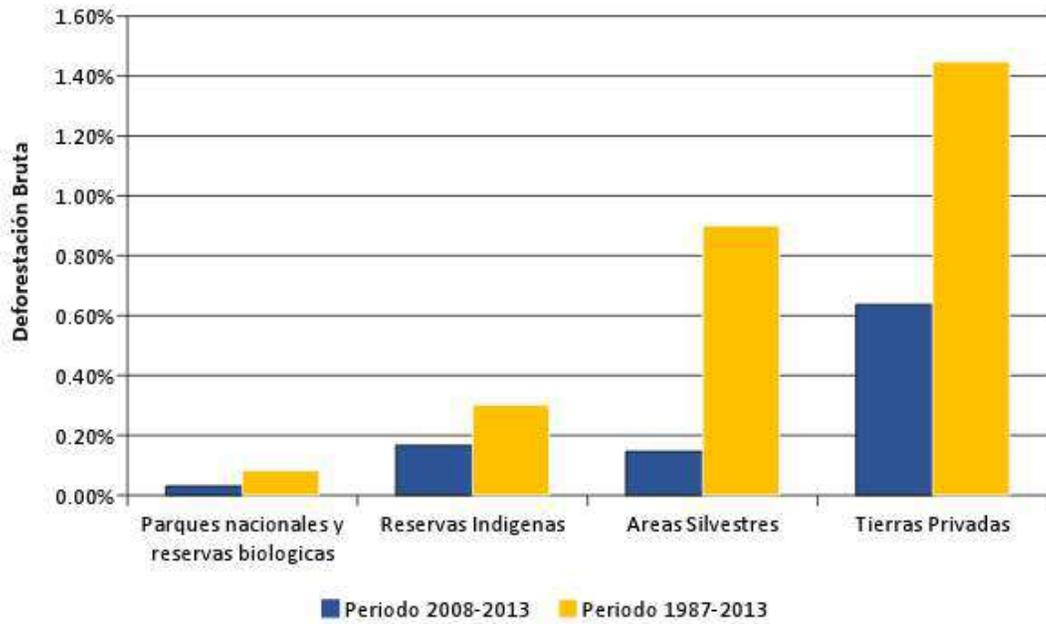


Figura 1: Evolución de la legislación ambiental e implementación de incentivos forestales, y su contribución en la reversión de la deforestación y degradación de los bosques en Costa Rica.



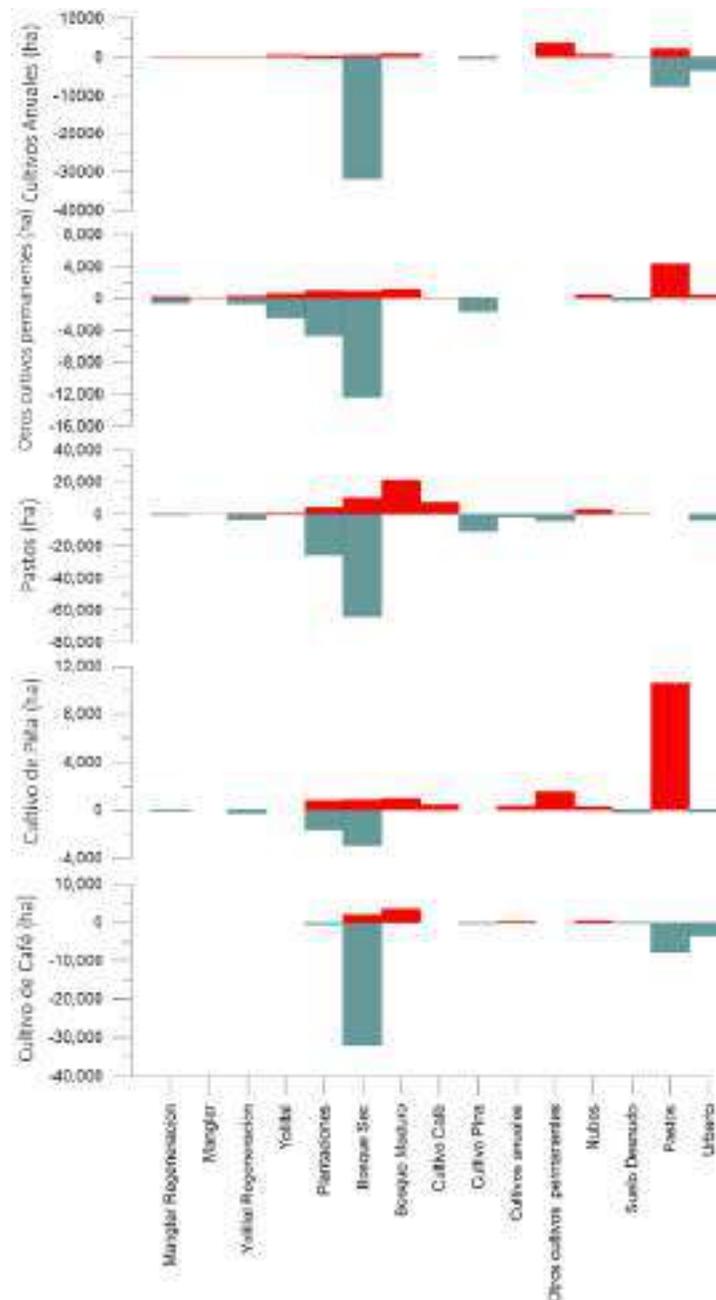
Fuente: Elaborado por el autor a partir de información consignada en de Camino, n.d.; Pedroni, 2016; Programa_Estado_de_la_Nación, 2014).

Gráfico N° 8 Tasa de deforestación según el régimen de tenencia de la tierra para 1987-2013 y 2008-2013



Fuente: Elaborado por el autor a partir de la serie histórica 1987-2011, de datos de actividad de cambio de uso de la tierra en Costa Rica (Agresta, 2015).

Gráfico N° 9 Pérdida y ganancia de área en los cultivos de café, piña, permanentes, anuales y pasturas, observados mediante sensores remotos durante el periodo 2008-2013.



Fuente: Elaborado por el autor a partir de la serie histórica 1987-2011, de datos de actividad de cambio de uso de la tierra en Costa Rica (Agresta, 2015).

Cuadro N° 11 Desglose de la pérdida de bosque maduro para el periodo 2008-2013 (hectáreas).

Uso final de área deforestada	Bosque muy húmedo y pluvial	Bosque muy húmedo	Bosque Seco	Manglares	Yolillales	Total	Deforestación Anual
Cultivos anuales	917	1.444	19	69	457	2.381	397
Cultivos permanentes	639	1.318	0	32	779	1.957	326
Pastizales	14.043	15.823	731	88	1.470	30.596	5.099
Áreas Urbanas	85	699	3	4	4	787	131
Suelos desnudos	598	1.506	48	54	23	2.152	359
Otros	3.277	3.866	43	432	1.396	7.186	1.198
Total	19.558	24.656	844	678	4.128	45.059	7.510

Fuente: Elaborado por el autor a partir de la serie histórica 1987-201, de datos de actividad de cambio de uso de la tierra en Costa Rica (Agresta, 2015)

Cuadro N° 12 Origen de la regeneración de bosques secundarios para el periodo 2008-2013 (hectáreas).

Uso inicial del área regenerada	Bosques muy húmedos y pluviales	Bosques muy húmedos	Bosque Seco	Manglares	Yolillales	Total	Deforestación Anual (ha * año ⁻¹)
Cultivos anuales	6.888	8.161	217	643	520	15.266	2.544
Cultivos permanentes	13.204	38.277	3	495	3.926	51.484	8.581
Pastizales	41.632	98.347	2.823	833	5.610	142.802	23.800
Áreas Urbanas	6	124	1	5	2	131	22
Suelos desnudos	2.357	6.387	325	407	95	9,068	1.511
Total	64.088	151.296	3.368	2.384	10.152	218.752	36.459

Fuente: Elaborado por el autor a partir de la serie histórica 1987-201, de datos de actividad de cambio de uso de la tierra en Costa Rica (Agresta, 2015)

7. Prácticas pesqueras, acuicultura y manejo del recurso marino costero

Las pesquerías a nivel mundial son una actividad muy importante para la economía, el bienestar humano, la seguridad alimentaria, las oportunidades de trabajo, y para la identidad cultural y tradicional (FAO 2011, 2014, 2016a). Según la FAO, la producción pesquera total mundial ha aumentado de forma constante durante las últimas cinco décadas, sin embargo, el crecimiento reciente se debe a un aumento de la acuicultura, la cual marcó un hito histórico en el 2014 al superar la contribución de pescado para consumo humano de las capturas en el medio natural (FAO 2011, 2016a).

Por otro lado, las pesquerías marinas alcanzaron un máximo de 84.4 millones de toneladas en 1996, con una tendencia a la baja desde entonces (FAO 2014). Algunos de los estudios más recientes han estimado que muchos de los recursos pesqueros han sido sobre explotados, y que poblaciones de especies o incluso ecosistemas marinos están colapsados o al borde del colapso debido a la presión pesquera (Pauly, Christensen, Dalsgaard, Froese & Torres 1998, Jackson et al. 2001, Pauly, Watson & Alder 2005, Worm et al. 2009).

Recuadro 4 El Observatorio Cousteau para las Costas y Mares de Centroamérica

En el 2011 distintas instituciones académicas y gubernamentales de Costa Rica y Francia conformaron el Observatorio Cousteau para las Costas y Mares (OCCA). Se trata de una red de investigación y análisis de información marino-costera de la región centroamericana, la cual busca la formulación y diseño de políticas públicas para el desarrollo sostenible. Actualmente, está constituido por organizaciones de Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

El OCCA ha logrado establecer Grupos Cousteau (GC) en cinco países de Centroamérica, estos grupos se dedican a desarrollar talleres, cursos y Seminarios Regionales (2013, 2014, 2015), así como el establecimiento de indicadores ambientales y socio-económicos en el tema.

Uno de sus principales logros es el “Diagnóstico de los Ecosistemas Marino-Costeros de Centroamérica 2012”. Este se basó en información proporcionada por instituciones académicas de Guatemala, El Salvador, y en algunos casos Panamá y Honduras, y se analizaron las siguientes 15 variables: Arrecifes y pastos marinos, Manglares, Acuicultura, Mamíferos, Aves, Plantas, Reptiles, Anfibios, Peces, Insectos, Invertebrados marinos, Pesca, Contaminación de aguas marinas, Dinámica océano-atmósfera y Población en las costas.

Posteriormente a partir del “Protocolo para la generación de indicadores ambientales y socio-económicos marino-costeros (CR 2014)” se publicó un “Manual para el uso de los indicadores marino-costeros del Observatorio Cousteau para las Costas y Mares de Centroamérica”. Este fue realizado con el objetivo de obtener información de manera estandarizada sobre distintos aspectos marino-costeros, la cual pueda ser utilizada para el desarrollo de políticas ante el cambio ambiental en la región.

Posteriormente, el OCCA realizó un “Análisis de las estrategias ante el cambio climático en las costas y mares de Centroamérica: diagnóstico y propuesta regional desde el Observatorio Cousteau”, con el objetivo de abordar integralmente aspectos relacionados con el cambio climático en las zonas marinas y costeras de la región. Tanto el análisis como la propuesta fueron presentados en la Plataforma Océano y Clima de la 21a Conferencia de las Partes en París 2015.

Fuente: Observatorio Cousteau para las Costas y Mares de Centroamérica, 2017
<http://www.observatoriocousteau.ucr.ac.cr/>

En Costa Rica, al igual que en el mundo, las actividades pesqueras representan una fuente importante de empleo para las comunidades costeras, donde miles de familias deben su sustento diario a las capturas, a la preparación y a la

comercialización de los productos pesqueros (FAO 2017). A pesar de su importancia, el panorama de los recursos pesqueros en Costa Rica es muy similar a las tendencias globales. Se cree que los recursos pesqueros están bajo sobre explotación dentro

de los primeros 20 km a lo largo de nuestras dos costas (Cubero 2012, CONAMAR 2013). Por otro lado, las exportaciones de productos pesqueros en Costa Rica, aunque presentaron un pico en el 2013, han venido presentando un declive desde entonces (Vindas 2013, MINAE-INEC 2015). Se estima que en el país hay varias especies marinas amenazadas por la presión pesquera directa o por efecto de la captura incidental, como los tiburones y rayas, el atún aleta amarilla, el pez dorado, el pez marlín, el pez vela, la tortuga baula, el delfín tornillo y otros grupos de peces óseos y crustáceos (Cubero 2012, Espinoza 2017). Entre los principales problemas que enfrentan los recursos pesqueros están el uso de artes de pesca de gran capacidad y poca selectividad (redes de cerco, trasmallos y líneas muy extensos), la extracción durante temporadas reproductivas o durante las vedas establecidas, y la captura de organismos juveniles o de tallas menores a las establecidas en la ley (Cubero 2012, Soto 2013, Solano 2014).

Costa Rica ha venido realizando esfuerzos para ordenar, gestionar y proteger los recursos pesqueros, como el Ordenamiento para el Aprovechamiento de Atún y Especies Afines en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico Costarricense publicada el 5 de noviembre de 2014 en la Gaceta N° 213 mediante el Decreto N° 38681-MAG-MINAE, la actualización de las

estadísticas pesqueras al 2013 en el marco del Proyecto BID-GOLFOS, el establecimiento de las Áreas Marinas de Pesca Responsable administradas por INCOPECA según el Acuerdo N° 138/AJDIP (Reglamento para el establecimiento de las áreas marinas de pesca responsable) publicado en La Gaceta N° 81 el 28 de abril de 2008, implementado por el Decreto N° 35502-MAG del 03 de agosto de 2009, y enmendado por el Acuerdo N°236/AJDIP, las cuales suman ya 9 Áreas Marinas de Pesca Responsable (todas en la costa del Océano Pacífico), la Política Nacional del Mar cuyo objetivo es la gestión integral, sostenible equitativa y participativa de las zonas marinas y costeras, incluyendo sus recursos naturales, y la oficialización de la Política Nacional de Biodiversidad mediante el decreto ejecutivo N° 39118-MINAE, publicado en La Gaceta N° 178 el 11 de setiembre de 2015, la cual propone una visión conjunto del pueblo y el Gobierno de Costa Rica sobre la gestión y el uso sostenible de la biodiversidad, tomando en cuenta la distribución de sus beneficios derivados, y a su vez mejorar la coordinación y efectividad de la gestión pública relacionada con estos beneficios (CONAMAR 2013, INCOPECA 2015, MINAE 2015, Helena Molina comunicación personal). Sin embargo, Costa Rica no cuenta con los recursos humanos ni económicos para mantener una vigilancia constante y eficaz sobre los recursos marinos, ni para velar por que se cumplan todas las

regulaciones que se han establecido (Chacón 2016).

7.1 Pesca artesanal y pequeña escala

La pesca a pequeña escala generalmente se refiere a aquellas actividades que utilizan embarcaciones pequeñas, con autonomía para trabajar a no más de 5 millas de distancia de la costa. La pesca artesanal utiliza técnicas tradicionales con poco desarrollo tecnológico, y generalmente es considerada de pequeña escala. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura reconoce que la pesca artesanal y la pesca a pequeña escala son muy importantes para la mitigación de la pobreza y la malnutrición a nivel mundial (FAO 2014). A pesar de que en Costa Rica la pesca artesanal también representa una importante fuente de empleo y alimento para las comunidades costeras, el modelo económico que se ha impuesto en el país desde mediados de la década de 1980, ha resultado en poco o ningún apoyo para las actividades artesanales pesqueras o a pequeña escala, dando en cambio más importancia a las actividades pesqueras más industrializadas, llevando a los pescadores artesanales hacia situaciones de pobreza y exclusión (Salazar 2013). Debido a esta situación se hicieron cada vez más comunes las

organizaciones dentro del sector pesquero artesanal, las cuales se encuentran entre los actores más involucrados en la creación y mantenimiento de las Áreas Marinas de Pesca Responsable, las cuales son administradas por el INCOPESCA, como espacios marinos reservados para diversos fines, como la conservación de la biodiversidad marina, el favorecimiento de la recreación y el turismo, y el aprovechamiento sostenible de los recursos, especialmente los pesqueros (Acuerdo N° 138/AJDIP 2008, Salazar 2013). El país cuenta con 9 Áreas Marinas de Pesca Responsable, todas ubicadas en la costa del Océano Pacífico, sin embargo, las organizaciones de pescadores artesanales en distintas partes del país siguen interesados en la creación de más de estas áreas, incluyendo en la costa del Mar Caribe (Helena Molina, comunicación personal). No obstante, este esquema de ordenamiento pesquero no ha sido evaluado ni monitoreado a la fecha.

7.2 Pesca de palangre

Esta actividad utiliza un aparejo que consiste en una línea de monofilamento que puede llegar a tener varios kilómetros de longitud (entre 20 y 80 km), con anzuelos que cuelgan de la línea principal, que pueden llegar a ser hasta 1.200 (Ross 2014). El palangre puede ser de

fondo (reposando sobre el fondo marino) o pelágico (flotando en el mar). Generalmente las especies objetivo de esta pesca son los picudos (pez vela, pez marlín, pez espada), dorados y atunes (atún aleta amarilla y barriletes), cabrillas, pargos y congrios (Solano 2013, Ross 2014). Sin embargo, es bien conocido que esta técnica de captura es poco selectiva, y afecta a poblaciones de tiburones, rayas y tortugas marinas (Cubero 2012, Ross 2014). Según un estudio de la Universidad de Drexler (EUA), el Programa de Restauración de Tortugas Marinas (PRETOMA) y The Leatherback Trust, entre 1999 y 2010 estos palangres capturaron accidentalmente 699.600 tortugas lora (*Lepidochelys olivacea*) y 23.000 tortugas verdes (*Chelonia mydas*) (Solano 2013). Además de esto, se sabe que se realizan actividades de palangre dentro de Áreas Marinas Protegidas (administradas por el SINAC). Por ejemplo, entre 2012 y 2014 se encontraron 503,8 km de palangre y 12.906 anzuelos durante las actividades de vigilancia y patrullaje dentro del área del Parque Nacional Isla del Coco (López-Garro, Zanella, Martínez, Golfín-Duarte & Pérez-Montero 2016). Recientemente, en diciembre de 2016 se presentó el proyecto facilitado por el PNUD, "Plataforma Nacional de Pesquería de Grandes Pelágicos", el cual es resultado del trabajo conjunto entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el MINAE, y la participación de los sectores públicos y privados involucrados en el tema

de pesca de palangre (PNUD 2016). Este proyecto pretende establecer una plataforma de diálogo que permita acordar acciones en procura de mejorar los procesos de pesca y comercialización, para suministrar a mercados nacionales e internacionales con productos pesqueros que provengan de prácticas amigables con el ambiente (PNUD 2016). Se desconocen a la fecha los avances en la implementación del proyecto.

7.3 Pesca industrial

La pesca industrial se caracteriza por utilizar barcos con una autonomía que les permite trabajar sin volver a la costa durante varios meses. En Costa Rica, la pesquería está enfocada al recurso atún, aunque también se capturan anchoas (peces de la familia Clupeidae), ambos recursos mediante la pesca con red de cerco (Ross 2014). La mayoría de estos barcos tienen la capacidad de almacenar hasta más de 1.000 toneladas métricas de atún cada uno, y en algunos el producto se puede procesar a bordo. La pesquería de atún con red de cerco opera de tres maneras: sobre cardúmenes de atún asociados a objetos flotantes, sobre cardúmenes de atún asociados a delfines, y sobre cardúmenes de atún no asociados (Ross 2014). Según un informe reciente de la Comisión

Interamericana del Atún Tropical existe incertidumbre sobre los niveles recientes y futuros de reclutamiento y biomasa del atún aleta amarilla, y es posible que la población haya cambiado de un régimen de productividad alto a uno intermedio durante los últimos diez años (Mintevra, Aires-da-Silva & Maunder 2015). Otra de las situaciones que se presenta con la pesca industrial con red de cerco es la captura incidental de fauna marina de especies que están amenazadas, como delfines, el tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*), el tiburón punta blanca oceánico (*Carcharhinus longimanus*) y las tortugas marinas (Ross 2014). La pesquería de atún con red de cerco en aguas costarricenses es desarrollada exclusivamente por embarcaciones extranjeras, siendo un total de 28 barcos atuneros que portan licencias otorgadas por INCOPECA (Cubero 2012). Además, se cree que la flota costarricense solamente extrae un 5% del atún que se pesca dentro de las aguas costarricenses (FIS 2017). Recientemente el país estableció en el 2014 un ordenamiento para el aprovechamiento del atún y otras especies afines (Decreto N° 38681-MAG-MINAE) que excluye el uso de la captura por red de cerco dentro de dos polígonos ubicados en aguas costarricenses. Este esquema de ordenamiento pesquero no está siendo monitoreado o evaluado por el momento.

7.4 Pesca de arrastre

La pesca de arrastre, como su nombre lo indica, utiliza una red que se arrastra por el fondo marino, con pesos en el lado inferior, boyas en el lado superior y portalones de madera a ambos lados, todo esto logra que la red se mantenga abierta durante el arrastre. En los trópicos en general, y en Costa Rica, la pesca de arrastre se enfoca en crustáceos que habitan los fondos marinos, como los camarones (Ross 2014). Según demuestran algunos estudios, las pesquerías de camarón en nuestro país se encuentran bajo sobreexplotación pesquera, incluso considerando las 10 especies que conforman esta pesquería (Cubero 2012). En Costa Rica la pesquería de camarón rosado (*Farfantepenaeus brevisrostris*) en aguas someras está capturando solamente un 19,75% de camarón, mientras que el 80,25% restante corresponde a fauna de acompañamiento (Marín-Alpizar 2009). En el caso de la pesquería de camarón en aguas profundas, camello (*Heterocarpus vicarius*) y camellón (*Heterocarpus affinis*) la captura incidental de fauna acompañante se encuentra entre 90% y 99,9% (Wehrtmann et al. 2011). Se ha estimado que solamente durante el 2003 en Costa Rica la pesca de arrastre descartó 4.180 toneladas métrica de fauna de acompañamiento (Cubero 2012). Algunos dispositivos excluidores de peces, podrían contribuir a reducir

esta cifra hasta casi un 50%, en el tanto estén acompañados de mejores prácticas pesqueras (Porrás et al, 2013). Además, este tipo de pesca puede causar otros efectos negativos sobre los ambientes marinos, como la erosión del fondo marino y la suspensión de sedimentos, enturbiando el agua (Radulovich 2016). A pesar del estado deteriorado en que actualmente se encuentra el recurso principal de esta pesquería, la flota de pesca de arrastre sigue operando de forma marginal, debido al subsidio de combustible por parte del Gobierno de Costa Rica (Cubero 2012). En Costa Rica, la Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia dictó la sentencia N° 08552 el 26 de junio de 2012, la cual prohibió al INCOPESCA renovar licencias para la pesca de arrastre. Sin embargo, todavía persiste una presión importante mediante el proyecto de Ley sobre Pesca de Arrastre (Gobierno de la República de Costa Rica 2016).

7.5 Pesca deportiva

Esta actividad no está considerada dentro del grupo de pesquerías comerciales, y se define como una actividad que realizan personas físicas, nacionales o extranjeras, con el fin de capturar recursos acuáticos con propósitos turísticos (Villalobos-Rojas, Herrera-Correal, Garita-Alvarado, Clarke & Beita-Jiménez 2014). El principal objetivo de la

pesca deportiva son los grandes pelágicos (picudos y dorados). La pesca deportiva es una actividad que ha venido creciendo en Costa Rica, principalmente en la costa del Océano Pacífico (FAO 2006). Por ejemplo, en Costa Rica para los años 1995, 1997 y 1998 el porcentaje de turistas que ingresó al país para realizar actividades de pesca deportiva varió entre 6,0 y 6,7% (Morera-Beita 2001), pero esta cifra aumentó hasta 20,1% en el 2008 (IICE 2010). Además, la pesca deportiva ha demostrado ser una importante actividad económica, especialmente en países de regiones tropicales, como en el caso de Costa Rica, donde se estima que durante el 2008 la pesca deportiva representó el 2,13% del Producto Interno Bruto del país, el cual fue mayor al 1,88% que representó la pesca comercial durante ese mismo año (IICE 2010). En la actualidad se considera que uno de los mejores destinos en el mundo para la pesca deportiva es Costa Rica (Beltrán-Turriago 2001). No obstante, esta actividad no ha recibido suficiente atención y seguimiento desde el punto de vista de monitoreo de los recursos e investigación. Sin embargo, la Federación Costarricense de Pesca Deportiva (FECOP) ha venido realizando esfuerzos por corregir esta situación, implementando incluso un programa de becas de investigación para estudiantes costarricenses, para generar información científica sobre la dinámica de las redes alimentarias y conectividad genética de especies

de interés para la pesca deportiva, con el fin de mejorar el manejo y la conservación de estas especies (FECOP 2017).

7.6 Pesca ilegal, no declarada, no reglamentada

Según la FAO, a pesar de que en 1995 más de 170 sus miembros aprobaron el Código de Conducta para la Pesca Responsable, sigue existiendo mucho irrespeto a las normas relativas a las artes y zonas de pesca, malas de declaraciones de pesca o su total ausencia, y un sinnúmero de malas prácticas que socaban los esfuerzos mundiales encaminados a la ordenación adecuada de la pesca (FAO 2016b). Es a partir de esta problemática que se acuña el término “pesca ilegal, no declarada y no reglamentada”. Esta es una problemática que está presente en prácticamente todos los países y todas las pesquerías (FAO 2016b). Se estima que mundialmente estas prácticas representan entre 10 y 23,5 billones de dólares por año, y están capturando entre 11 y 26 millones de toneladas métricas cada año (Agnew et al. 2009). En Costa Rica se conoce ampliamente que se dan casos de pesca ilegal, no documentada y no reglamentada (Bolívar, Rovinski & Wo 2000, López-Garro et al. 2016), sin embargo, las instituciones encargadas de velar y resguardar que se cumplan las

normativas no tienen suficientes recursos humanos ni económicos para mantener llevar a cabo eficazmente sus funciones (Chacón 2016).

7.7 Pesquerías continentales

En Costa Rica no existe una pesquería comercial de especies de aguas continentales, sin embargo, sí existen presiones que pueden estar afectando las poblaciones, como la destrucción de los bosques riparios, contaminación por agroquímicos, construcción de represas, especies invasoras y pesca ilegal con métodos prohibidos (trasmallo, atarraya, arbaleta y envenenamiento) (Valerio 2016). Las pesquerías en aguas continentales son un tema que ha atraído mucho menos atención que la pesca en ambientes marinos, por parte de las instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales e investigadores. Sin embargo, recientemente está creciendo el interés por generar información científica y ordenar esta actividad, de parte de grupos involucrados con la pesca deportiva continental y FECOP (Jorge Valerio, comunicación personal). El país cuenta con una impresionante diversidad de recursos biológicos con potencial pesquero (peces, camarones y cangrejos) en sus aguas continentales (Bussing 1987, Rólier-Lara & Wehrtmann 2011,

Magalhães, Wehrtmann, Lara & Mantelatto 2015), por lo que se deben continuar e incrementar los esfuerzos que busquen manejar de forma sostenible dichos recursos.

Recuadro 5 Estamos protegiendo al tiburón?

Los elasmobranchios (tiburones y rayas) presentan ciclos de vida largos, con baja reproducción, madurez tardía y hábitos de agrupamiento durante algunas etapas del desarrollo. Estas características hacen que este grupo de animales experimenten una lenta recuperación de sus poblaciones, ante la explotación insostenible de los mares en la actualidad (Dent y Clark, 2015; CRACCITES, 2015).

La creciente demanda de consumo perjudica en gran medida a las especies de tiburones en Costa Rica debido a presiones externas, como el aumento de la pesca semi-industrial e industrial dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) y alta mar; e internas, como el escaso manejo marino costero y la pesca artesanal en zonas de crianza y alumbramiento de tiburones. Sin embargo, el daño más importante se debe a la pesca incidental producida por el arrastre de las embarcaciones camaroneras y otras prácticas de similar inconciencia (CRACCITES, 2015).

Costa Rica es parte del comercio global declarado de tiburón, el cual entre productos y subproductos representa hasta un billón de dólares al año en el mercado mundial (Dent y Clark, 2015). Esto presiona indiscriminadamente a las poblaciones, por lo que en el 2005 se promulgó la nueva Ley de Pesca y Acuicultura, la cual pretendía aumentar las medidas de protección y monitoreo, particularmente aquellas legales y judiciales. Sin embargo, entre el 2000 y el 2011, tan solo las exportaciones de aleta de tiburón alcanzaron en promedio 70 toneladas al año (2 millones de dólares), estableciendo a Costa Rica como el 8º exportador mundial de aletas de tiburón para ese período (Dent y Clark, 2015).

Diversas ONGs ambientalistas nacionales e internacionales han advertido ante la práctica del aleteo de tiburón y sus consecuencias a nivel ecosistémico. A partir de esto, la protección y manejo de estas especies en Costa Rica se ha evacuado a lo largo de la última década a través de dos acciones principales: que las aletas deban venir adheridas al vástago en forma natural previo a su desembarque o que las aletas puedan venir adheridas parcialmente.

Durante el 2008 y 2009 la Comisión Nacional para la Conservación y Ordenamiento de los Tiburones llevó a cabo un proceso de consulta dirigido por INCOPECA; éste se desarrolló dentro del marco del Código Internacional de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO, bajo un acuerdo centroamericano en el marco de OSPESCA/SICA y concluyó en el 2010 con la formulación de un Plan Nacional de Acción para la Conservación y Ordenación de los Tiburones (PANT-CR). Dicho Plan cubría el quinquenio 2010-2015, pero no se llevó a la práctica, no se revisaron las acciones planteadas, ni se establecieron nuevas metas (Arauz, com. personal, 2017).

En marzo del 2013 se realizó la introducción del tiburón martillo y especies similares al Apéndice II del Convenio CITES. Se estima que las poblaciones de estos grupos han disminuido un 90% en los últimos 50 años y sus aletas se encuentran dentro de las más apetecidas en el mercado asiático (CRACCITES, 2015)

Fuente: Eugenia Wo Ching con la colaboración de Randall Arauz

7.8 Aspectos socio-económicos

En Costa Rica la pesca y recolección de productos costeros es una de las actividades más importantes en las zonas costeras, y miles de familias deben su sustento diario a la cantidad y calidad de las capturas de productos marinos (FAO 2017). En el país, la captura de recursos pesqueros generalmente es realizada en su mayoría por los hombres, pero las mujeres también contribuyen en ocasiones. Es importante señalar que la actividad pesquera no solamente involucra la captura de los recursos, sino que también incluye las actividades de preparación y comercialización del producto, y en estas actividades las mujeres suelen tener un rol más protagónico. Todo este proceso convierte a la pesca en una actividad económica, social y cultural que incide en la calidad de vida de los pescadores, sus familias y sus comunidades (FAO 2017).

Se dice que uno de los problemas que enfrenta el sector pesquero es la forma en que se comercializa el producto. Mientras los pescadores realizan las labores más duras, los intermediarios les pagan un bajo precio por los productos pesqueros, comparado con los precios a los que se le vende el mismo producto al consumidor (Fernández 2013). Recientemente, algunas

organizaciones no gubernamentales como MarViva y PRETOMA han estado colaborando en proyectos de comercialización, para realizar la transacción de forma directa entre comunidades pesqueras y cadenas de supermercados y restaurantes, apoyando actividades de pesca responsables con el ambiente (Pretoma 2013, MarViva 2014). Se espera que este tipo de iniciativas ayuden a mejorar el panorama para las comunidades pesqueras.

7.9 Acuicultura

En Costa Rica la acuicultura ha ido adquiriendo cada vez más importancia contemplándose como una alternativa lucrativa a la producción de proteína de origen acuático (MAG 2007, FAO 2005). En el país predomina la acuicultura continental de agua dulce, principalmente de trucha y tilapia. Según la FAO (2005), el número de productores acuícolas en Costa Rica se ha incrementado de manera significativa, contando con 1.146 productores acuícolas a escala nacional para el año 2004. Según el INEC (2016) la cantidad de fincas dedicadas a actividades de acuicultura alcanzó las 2.804, siendo predominante el cultivo de tilapia con 88% de las fincas, seguido por la trucha (6%) y el camarón (2%). Según la FAO (2005), para el año 2004 se produjeron más de 18.000 toneladas de tilapia y 500 toneladas de trucha.

En cuanto a la acuicultura en aguas salobres, uno de los productos más importantes es el cultivo de camarón (*Litopenaeus*), con una producción de más de 5.000 toneladas en 2004 (FAO 2005). Por otro lado, se estima que el país produce alrededor de 5 toneladas al año de langostino de río (*Macrobrachium rosenbergii*) (FAO 2005). Sin embargo, el sector acuícola nacional parece estar considerando la diversificación de la producción debido a la competencia internacional en productos acuícolas con países como China, Honduras y Ecuador (Fallas 2016), los cuales también exportan sus productos a los Estados Unidos, el principal importador de la producción acuícola del país (MAG 2007). Recientemente se han implementado proyectos en producción de pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) y la ostra japonesa (*Crassostrea japonica*) (Vindas 2013, Fallas 2016).

especies que no son el objetivo de la pesca, y no resulta en beneficios para el pescador.

- La pesca industrial (principalmente de atún) está dominada por flota extranjera y representa muy pocos beneficios para el país.
- Los recursos pesqueros de la pesquería de arrastre están sobreexplotados, y las capturas están compuestas mayoritariamente por fauna de acompañamiento, que no es el objetivo de la pesquería.
- La pesca deportiva es una actividad económica importante para el país, sin embargo, falta información sobre el estado de los recursos pesqueros y el impacto de la pesca deportiva sobre estos.
- La pesca ilegal, no regulada no reglamentada es una problemática tangible en el país, sin embargo, no se cuenta con los recursos humanos ni económicos para implementar los reglamentos que se han establecido.
- La pesca en aguas continentales ha sido una temática a la que en general no se le ha prestado mucha atención.

7.10 Conclusiones

- El estado de los recursos pesqueros en Costa Rica es incierto. Sin embargo, en general estas poblaciones podrían estarse viendo afectadas por temas en común, como destrucción del hábitat, contaminación y presión pesquera.
- El uso de artes de pesca poco selectivas afecta a las

- Muchas personas dependen de las actividades pesqueras para su subsistencia, especialmente en las comunidades pesqueras. Sin embargo, el modelo económico del país y el sistema de comercialización de los productos pesqueros no ha favorecido a este sector de la población nacional.
- La acuicultura en Costa Rica llama la atención por el incremento de productores, cantidad de exportación y proyectos de diversificación de cultivos.



8. Minería

Costa Rica venía impulsando fuertemente la minería metálica desde los ochentas, pero en las últimas dos décadas afloraron importantes movimientos de oposición ante los efectos negativos ambientales –contaminación con mercurio y cianuro, entre otros- de varios proyectos a cielo abierto como Macacona y Bellavista. Sin embargo, el Código de Minería establece la posibilidad de practicar la minería metálica en forma artesanal a aquellas cooperativas de mineros que se registren. Por tanto, la minería desarrollada en el país es básicamente no metálica y los materiales extraídos se usan principalmente en agregados para la construcción, como el cemento.

Los recursos geológicos y mineros pertenecen constitucionalmente al Estado, quien puede otorgar permisos de exploración o concesiones para su explotación, previa aprobación por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) de un estudio de impacto ambiental según lo establece la Ley Orgánica del Ambiente de 1995. El sector, no obstante, necesita de una planificación estratégica basada en información sólida y mayor capacidad de control, para lograr el

mejor aprovechamiento de los recursos geológicos y mineros, los cuales no son renovables, y el mejor balance respecto del aprovechamiento alternativo de otros recursos naturales o del desarrollo de otras actividades productivas o económicas.

8.1 Minería metálica

Tradicionalmente el metal mayormente extraído en el país, desde los inicios de la minería hace casi dos siglos en Abangares, ha sido el oro, y los metales asociados al mismo, como la plata. A finales del siglo XIX, varias compañías extranjeras se establecieron en el país desarrollando enclaves mineros y minería de túneles en los cerros del Aguacate y cordillera de Tilarán, que conforman lo que se conoce como el cinturón de oro. Posteriormente, en los ochentas se desarrolla la minería en los cauces de ríos en Osa. En los noventas comienza la minería a cielo abierto con impactos ambientales y de salud que no han sido revertidos aún (Castillo, 2006; Alvarez, 2015; Arauz, 2014). En las últimas 3 décadas, la minería aurífera pasó de ser una actividad industrial relevante apoyada por el Estado, a ser una actividad prohibida por ley (Figura 1),

debido a los impactos ambientales y sociales ocasionados así como a la fuerza del movimiento opositor a la minería (Arauz, 2014).

8.2 Minería de oro artesanal

Existen unos 700 mineros artesanales en el país que se dedican a la extracción de oro, principalmente en la zona de las Juntas de Abangares – el cantón minero de Costa Rica-. El 20% de los mineros están agrupados en diversas cooperativas que son Coopeabangares, Coopeoro, Coopebonanza y la Asociación Nacional de Mineros (ANAMI) y los demás trabajan de forma independiente. La actividad también se realiza en Miramar, Guacimal, Tilarán y Osa –del cauce de ríos del Parque Nacional Corcovado-. Se trata de una actividad desarrollada en forma familiar, cuyos bajos ingresos obligan al 58% a trabajar en otras actividades (DIGECA, 2016a; Alvarez, 2015). La tradición minera en Abangares data de hace 150 años, sin embargo, solo en la última década los mineros adoptaron el sistema de rastras –motorizadas- para el procesamiento del oro (DIGECA, 2016b). Aunque este sistema no dista tanto de los tradicionales molinetes, canoas y crisoles, en los cuales también se emplea el mercurio (Castillo, 2006).

A excepción de Osa, los oreros extraen la piedra con picos, palas,

taladros o explosivos y la transportan en sacos. El material es llevado a un quebrador y se muele en rastras -425 identificadas en Abangares- con agua de pozos y nacientes mayormente y mercurio proveniente de Nicaragua y México. La amalgama –oro con mercurio- se quema. El rendimiento promedio es de 12 gramos de oro por tonelada - 40 a 50% de recuperación por amalgación- que va de 14 a 18 kilates. El subproducto –colas o relaves- se suele vender para su procesamiento con cianuro y el mercurio se recupera –retortas- hasta su completa evaporación. El proceso es altamente ineficiente e incide en el rendimiento que obtienen los oreros: unos 5 gramos de oro por 450 kg de material procesado al día. Adicionalmente, se calcula una pérdida de 3,7 gramos de mercurio por cada gramo de oro obtenido. Esto representa unas 37.000 toneladas de residuos contaminados con mercurio por año. El rendimiento puede aumentar con sistemas gravimétricos que además tienen la ventaja de que no necesitan de mercurio (DIGECA, 2016a).

La minería de oro artesanal es la primera causa de contaminación por mercurio en el mundo -50%- y por ende, el Convenio de Minamata ha centrado su objetivo primordial en eliminar el mercurio de esta actividad. El Convenio también compromete a los países a la eliminación de la cianuración de colas con mercurio (DIGECA, 2016b).

El oro se vende a compradores locales y casas de empeño en el Área Metropolitana, pero la mayor parte se exporta en bruto a Estados Unidos, Panamá, Reino Unido, Canadá, México, Japón, Malasia y Nicaragua. Las exportaciones de oro se redujeron de \$34,3 millones en 2011 a \$18,6 millones en el 2015. En tanto que las exportaciones en toneladas de oro han pasado de 66,5 toneladas en el año 2011; 57,4 toneladas en el 2012 a 366,2 toneladas en el 2013; 265,2 toneladas en el 2014 y 186,9 toneladas en el 2015. Dichas cantidades proporcionadas por PROCOMER parecieran elevadas para un país donde la actividad minera desarrollada es de carácter artesanal (DIGECA, 2016b).

En el caso de los mineros artesanales de Osa, la situación ha sido muy conflictiva desde los inicios de la actividad porque los mineros extraen el oro de los ríos dentro del Parque Nacional Corcovado, en donde por ley es prohibido realizar tal actividad.

8.3 Mercurio

El Convenio de Minamata sobre el Mercurio, asociado al Convenio de Basilea sobre transporte y disposición final de desechos peligrosos, fue suscrito por Costa Rica el 10 de octubre de 2013 y entró en vigor el 16 de agosto de 2016 (a nivel mundial entra en vigor el 16 de agosto de

2017 con las primeras 50 ratificaciones). DIGECA es la autoridad encargada de dar cumplimiento y seguimiento a las obligaciones del Convenio.

América Latina y el Caribe aportan el 15% de las emisiones globales de mercurio a la atmósfera, y representa el 10% del consumo de productos con mercurio añadido. La minería artesanal representa la principal fuente de consumo, emisiones -71% de las emisiones totales- y liberaciones -29%, unas 208 toneladas de las 727 toneladas globales de mercurio- en esta región - principalmente Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana, Guayana Francesa, Perú, Surinam, Venezuela, Honduras, Nicaragua y Costa Rica-. A partir de los informes y negociación del Convenio de Minamata, los países han tratado de reducir el uso de mercurio en la extracción artesanal de oro, por lo que varias cooperativas ya no usan el mercurio. Este el objetivo que se persigue también en el país (Santana et al, 2014).

Otro sector que ha sido de interés es el de ortodoncia. El sistema público de salud de la CCSS prefiere las amalgamas a las resinas, porque requiere menos tiempo de atención al paciente, son más baratas y duran más. La transición es lo ideal, pero el reto actual identificado es el almacenamiento y disposición final de los residuos de mercurio (DIGECA, 2016b).

8.4 Minería de oro a cielo abierto

En 1995, dos empresas canadienses empezaron a desarrollar dos proyectos mineros a cielo abierto: la compañía Rayrock Yellowknife Corp. con su mina Bellavista en Miramar, y la compañía Placer Dome de Costa Rica S.A. con la mina Crucitas en Cutris de San Carlos.

El EIA de la mina Bellavista había sido aprobado por la Comisión Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (CONEIA, que precedió a la actual SETENA) desde 1986. Tenía dos años de estar realizando exportaciones de plata y oro en forma rentable (Alvarez, 2015), cuando en octubre 2007, la mina Bellavista, en ese momento en poder de Glencairn Gold Co., colapsó luego de varios días de fuertes lluvias, que produjeron deslizamientos y la ruptura de las geomembranas, liberando grandes cantidades de agua contaminada con cianuro. La posibilidad de este desastre había sido anunciada por la sociedad civil desde 2001. Hasta el momento, no se ha dado el cierre técnico adecuado de este proyecto, por lo que el daño ambiental continúa (Wo Ching, 2014). Lamentablemente esta situación no es nueva. Anteriormente, en la década de los noventas, la Mina Macacona operó por 9 años en Esparza y fue abandonada sin restauración de los daños por

deforestación y contaminación de acuíferos. Lo mismo sucedió con la Mina Beta Vargas de Chomes, que operó ilegalmente durante 1997 y 1998, abandonando las instalaciones en forma abrupta (Alvarez, 2015).

Para cuando la Placer Dome inició la fase de exploración en Crucitas en enero de 1996, ya se había aprobado la EIA por parte de SETENA según las disposiciones de la Ley Orgánica del Ambiente de 1995. En 1997 ante serios incumplimientos que causaron daño ambiental, SETENA suspendió por primera vez durante tres meses las actividades de la empresa, ordenó un aumento de la garantía y la constitución de una comisión de monitoreo y vigilancia. Desde ese momento comenzaría un largo conflicto legal y judicial entre la sociedad civil y la empresa –Industrias Infinito S.A. dueña del proyecto desde 1999-, claramente apoyada por las autoridades. Desde junio 2002 hasta junio 2008 rigió una moratoria nacional para la minería de oro a cielo abierto (que no afectó los derechos adquiridos de la Mina Bellavista). Sin embargo, durante este período se emitieron permisos y aprobaciones irregulares por parte de MINAE, SINAC y SETENA, las cuales fueron abolidas por la Sala Constitucional. En octubre de 2008, mediante decreto se declaró el proyecto Crucitas como de conveniencia nacional. En los días siguientes a la publicación del decreto se cortaron 191 hectáreas de bosque, 66 hectáreas de árboles

en potrero y 4 hectáreas de plantaciones (Wo Ching, 2014). Estos hechos suscitaron una cadena de eventos que incluyó la revocación de la concesión, la cancelación de la viabilidad ambiental y la acusación judicial de los funcionarios públicos involucrados (Arauz, 2014). Todos estos antecedentes llevaron a una reforma en diciembre de 2010 del

Código de Minería en que se declara prohibida la minería metálica a cielo abierto. Costa Rica es el primer país en Latinoamérica en hacerlo (Wo Ching, 2014).

Actualmente, 8 proyectos mineros que representan unas 2.842,7 hectáreas cuentan con derechos adquiridos (Alvarez, 2015).

Recuadro 6 Crucitas hoy

Distintas instancias judiciales determinaron que la empresa Infinito Gold Limitada debía indemnizar al Estado costarricense por el daño ambiental causado. La empresa no ha cumplido con este pago, y más bien vendió las propiedades a su nombre, y la nueva empresa propietaria las ha destinado a la ganadería. Desde inicios de este año, se han presentado una serie de invasiones por parte de mineros artesanales. Unos 50 coligalleros fueron detenidos en solo dos meses del presente año por haber invadido y abierto 25 puntos de extracción en quebradas dentro de la propiedad de 805 hectáreas del proyecto Crucitas. Estos oreros utilizan mercurio para la extracción del metal procedente de Nicaragua y de una mina clausurada en México, con posible contaminación de las fuentes de agua que abastecen a la comunidad (La Nación, 2017b). La Policía de Fronteras viene realizando varios operativos recientes para detener a los oreros ilegales, los cuales proceden de Abangares, zona sur y Nicaragua en su mayoría, acampan durante el día en fincas vecinas y suelen trabajar de noche en la ahora finca ganadera Vivoyet. Solo en setiembre detuvieron a 130 personas y notificaron a 200 más. Se presume que han extraído más de 70 kilos del metal y lo exportan a Estados Unidos (CRHoy, 2017a; CRHoy, 2017b). En otro operativo coordinado entre 500 autoridades de distintos cuerpos policiales, realizado el 25 de octubre, se detuvieron 283 indocumentados y varios costarricenses sospechosos de minería ilegal, además de otros 67 extranjeros que fueron expulsados, se procedió a la quema de ranchos, el decomiso de motos y automóviles y 12 kilos de amalgamas. Los vecinos habían alertado de las invasiones desde el 18 de marzo del 2017

Fuentes: Elaboración propia a partir de recuento de medios de comunicación al 2017.

8.5 Minería no metálica: demanda creciente de materiales para la construcción

Existe una tendencia en el mundo de demanda creciente para materiales de construcción. En 2014, la demanda de arena creció un 68% y la de grava un 85%. La producción de cemento experimentó un aumento drástico. Solo en China creció un 437,5% en los últimos 20 años. Todo ello genera un impacto ambiental doble, por la extracción como por las emisiones generadas por el transporte de este material (Jordán et al, 2017).

En 2005 la producción de cemento (40% piedra y 60% arena) fue de 1.085.000 toneladas y a partir del supuesto de que cada tonelada de asfalto requiere un 95% de agregados, el consumo total de agregados para ese año fue de 6.006.553 metros cúbicos, el 60% de los cuales se consume en la GAM (UICN, 2009).

En 2015, se tramitaron ante el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA) 6.855.928 metros cuadrados para la construcción de edificaciones, unos 831.538 metros cuadrados más que en el 2014, lo cual representa una tasa de crecimiento de 13,8%, la mayoría de los cuales corresponde a vivienda (Santrich y Molina, sf).

En Costa Rica, debido al marco legal y a la dinámica económico-social, la actividad minera está enfocada hacia la extracción de materiales no metálicos extraídos de canteras y de los cauces de los ríos para ser utilizados en la industria de la construcción principalmente como agregados. Se trata de arena, grava, caliza y otros para la fabricación de cemento, yeso y otros materiales. A muy pequeña escala también se explota caliza para la producción del cemento y cal, y areniscas cuarzosas para la industria vidriera. La explotación de los tajos o canteras implica la remoción de suelos, rocas y cobertura vegetal, por lo que tiene un impacto ambiental importante. No existe información sobre las reservas de depósitos de estos materiales, no se desarrollan mejores prácticas ambientales a nivel técnico y el control es deficiente, por lo que no se tiene certeza de la adecuada o sostenible explotación de estos recursos no renovables. El Estado y las municipalidades también extraen material de canteras y ríos para la reparación y construcción de obras públicas y caminos (Dirección de Geología y Minas, 2017; UICN, 2009).

Los lugares de afloramiento más importantes se encuentran en el Valle del Tempisque, el sur del Valle Central, Turrialba, la Cordillera Costeña y la Península de Santa Elena. Otros depósitos de materiales específicos han sido identificados también: travertino en Cartago, Ciudad Quesada y San Ramón;

escorias para piedra ornamental o relleno de carreteras al sur del Volcán Poás, Cañas, Tilarán, Los Chiles y Aguas Zarcas; pómez en Guanacaste; arenas y gravas en los ríos Lucio, Toro Amarillo, Tempisque, Parrita, Reventado, Virilla, Barranca, Banano, Pacuare, Chirripó y playas al sur de Limón; tobas de flujo en los ríos Torres, Tiribí, Virilla y Grande; lavas en San Antonio de Belén, Santa Ana, Grecia y Bagaces; arcillas en Abangares, San Antonio de Desamparados, La Sabana, la Uruca, Esparza y San Ramón; y areniscas cuarzosas en Coris, Patarrá, Higuito, Aserrí y Desamparados (UICN, 2009).

Para extraer el material de río, normalmente se utiliza maquinaria pesada como palas hidráulicas, retroexcavadoras o tractores, y en algunas ocasiones, trampas de sedimentación. En el caso de las canteras y tajos, se extrae el material de la superficie y la roca es llevada a una planta procesadora que generalmente se ubica en el mismo terreno (UICN, 2009).

Los principales problemas se dan con la extracción ilegal de material de río. El control es difícil, el impacto ambiental gravoso y las estadísticas no reflejan el verdadero volumen extraído. Los tajos y canteras, cada vez están más alejados de los lugares en donde se utilizará el material, por lo que el transporte de los mismos genera una serie de problemas de contaminación. Durante su operación, es factible la generación

de problemas como la contaminación de acuíferos y aguas superficiales, la inutilización de pozos, contaminación del aire, la afectación de sistemas geológicos y ecológicos locales. Una vez que termina operaciones, la fase de restauración técnica también puede presentar deficiencias importantes con lo cual continúan los problemas ambientales (Boschini, comunic. pers. 2017; UICN, 2009).

8.6 Conclusiones y recomendaciones

Los recursos geológicos no están debidamente integrados en las políticas ambientales, lo cual hace difícil una planificación en la extracción de los mismos, así como una adecuada consideración de potenciales y actuales sitios de explotación y ubicación de explotaciones actuales y de los riesgos geológicos, por parte de las municipalidades en sus procesos de ordenamiento territorial (CGR, 2012). Se necesita mejorar el control para contar con mejor información de los materiales extraídos (y que concuerde con la información de las exportaciones). Aún más, no existe suficiente información geológica – están pendientes casi 100 hojas cartográficas según la CGR- ni se genera suficiente investigación. En el año 2014, la Dirección de Geología y Minas logró la publicación de 22 hojas cartográficas de la provincia

de Guanacaste y actualmente trabaja en cinco hojas cartográficas que se espera terminar de elaborar en el 2017 y publicarlas en el 2018.

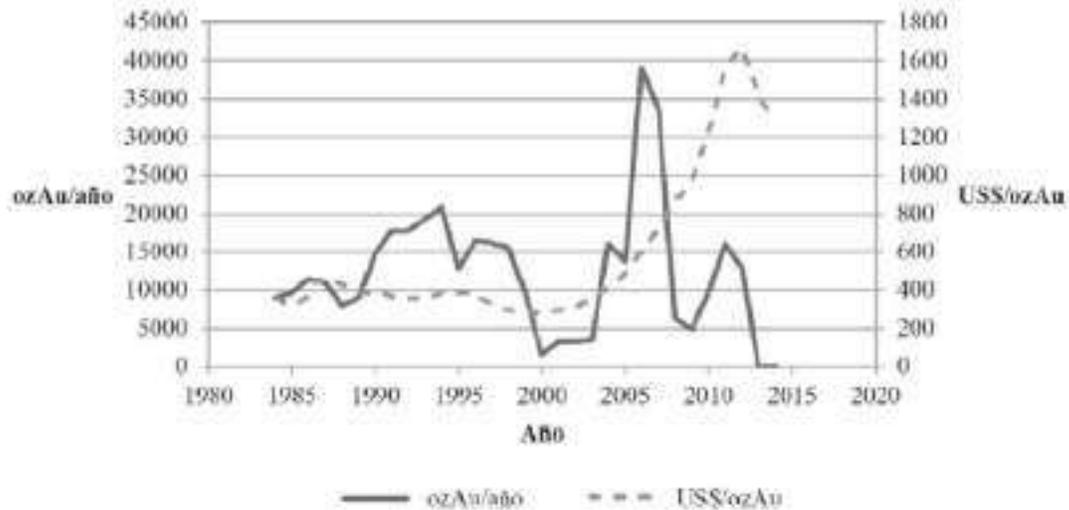
La minería de oro a cielo abierto se prohibió desde 2010, pero no se ha resuelto adecuadamente lo ocurrido en la Mina Bellavista. Tampoco se ha podido avanzar más en la incorporación de los mineros artesanales en cooperativas – obligada desde 2010- ni en la transición tecnológica necesaria para llevar al sector a la eliminación del uso del mercurio, si bien se han hecho avances en estudios y caracterización en este sentido. La problemática reciente de invasiones en Crucitas recuerda la historia de los coligalleros en Osa, que se ha tratado de resolver en varias administraciones en forma infructuosa. El Convenio de Minamata del Mercurio resulta ser una herramienta importante en la búsqueda de soluciones sostenibles.

Por otra parte, la actividad viene en aumento debido a las tasas de desempleo de los cantones en que se desarrolla. Los oreros –y sus familias- no se protegen adecuadamente para el desarrollo de la actividad, están expuestos a un sinnúmero de riesgos y problemas de salud, y no suelen estar asegurados (Castillo, 2006; Alvarez, 2015).

La minería de oro artesanal es susceptible de mejoras tecnológicas en todas las etapas de procesamiento del oro. Ello redundaría en beneficio de las condiciones laborales y de salud ocupacional de los mineros, así como en sus ingresos económicos, y podría representar el fin de la utilización de mercurio en el sector responsable de la mitad de su consumo y emisiones, reduciendo drásticamente la contaminación por residuos de mercurio. La actividad puede llegar a ser sostenible. El reto es encontrar profesionales y técnicos que acompañen este proceso, pues la formación de los ingenieros mineros suele ser para la minería a gran escala.

La demanda local para la construcción de rastras se podría dirigir con financiamiento y asistencia técnica hacia mejores prácticas y sistemas más eficientes, consolidando la industria local. En este sentido, la municipalidad de Abangares cuenta con 4 hectáreas para desarrollar un parque minero con plantas responsables que propone alquilar para recuperar los costos de electricidad, agua, servicios sanitarios y seguridad, vendiendo los relaves a plantas de cianuración formales (DIGECA, 2016b).

Gráfico N° 10 Producción aurífera de Costa Rica en onzas troy por año (ozAu; Año) versus el precio del oro como mercancía en dólares de Estados Unidos de América por onza troy (US\$; ozAu) durante el período 1984 a 2013



Fuente: Arauz, 2014.

Tabla 4 Exportaciones (2014):

- Arena de río (20 661,59 m³)
- Piedra de río (20 337,62 m³)
- Arena silíceo (9 051,17 m³)
- Caliza (13 576,61 m³)
- Carbonato de Calcio (32 200 kg)
- Diatomita (238 000 kg)

Destino: Guatemala, Alemania y a la región Caribe (San Andrés).

Representa un F.O.B de 3 305 928,64 USD\$/año

Fuente: Dirección de Geología y Minas

9. Generación de energía y consumo energético

El sector energía es clave para el desarrollo de una nación. De hecho, este sector no solo influye en la calidad de vida de los habitantes, sino también en el manejo de los recursos económicos y ambientales. La política energética por ello orienta el sector hacia un desarrollo energético sostenible y bajo en emisiones. Lo anterior implica un aumento en la eficiencia y calidad de los procesos de generación, transporte y suministro de electricidad, satisfaciendo la creciente demanda y contribuyendo a la competitividad industrial; una reducción de los costos de la economía nacional y los tiempos de traslado asociados al transporte de personas y mercancías; una disminución de la factura petrolera y la dependencia a los hidrocarburos; el mantenimiento de la seguridad energética para producción y consumo; la mitigación de los impactos negativos del suministro, consumo y proyectos de energía; la reducción de emisiones de GEI y de la contaminación (MINAE, 2015). En la generación de energía, son notables los logros alcanzados en cuanto a fuentes limpias y renovables. El desafío pendiente es lograr reducir las emisiones del sector transporte en

la senda a una economía baja en carbono.

9.1 Estado

Entre 1996 y 2016 la matriz energética de Costa Rica no ha sufrido cambios importantes. Se compone mayoritariamente de energía hidráulica, geotérmica y de derivados de petróleo (Ilustración 1) (Molina, 2012). Sin embargo, *"una proporción mayoritaria del consumo se sigue abasteciendo con derivados del petróleo, con grandes impactos sociales, económicos y ambientales"* (Estado de la Nación, 2010). Así, el balance energético costarricense enfrenta desafíos en cuanto a su sostenibilidad. Estos desafíos se ven exacerbados por los compromisos internacionales y nacionales que Costa Rica ha adquirido, tales como la reducción y compensación de sus emisiones de GEI (Programa Estado de la Nación, 2010).

Debido al desarrollo de fuentes eólicas e hidráulicas desde el 2005, la producción de energía primaria¹⁵ en

¹⁵ La energía primaria es aquella que se obtiene directamente en un yacimiento de la naturaleza. Existen dos grupos: las energías primarias no renovables (petróleo, carbón,

el país ha aumentado (Gráfico 11). El incremento más fuerte (de 3.1%) ocurrió entre 2014 y 2015, en comparación con el aumento de 2,1% entre 2005 y 2015. Asimismo, se observó una fuerte disminución de la contribución de las fuentes térmicas a la generación de energía eléctrica: desde 11% de la producción de energía primaria en 2013 hasta solo 1% de la energía total generada en el 2015. Finalmente, también en 2015, el país presentó una oferta interna de energía primaria compuesta por 43% de energía geotérmica, 27,9% de energía hídrica, 9.8% de energía proveniente de la leña y 15,6% de residuos vegetales (DSE, 2016).

Entre 2005 y 2008, las importaciones de crudo alcanzaron un 13% del consumo total de energía (CTE), lo que llevó a una caída leve de las importaciones de productos derivados de petróleo, aunque siguieron siendo la fuente energética más grande del CTE con un 34%. La geotermia continuó creciendo y el consumo de biocombustibles repuntó y representó 15% del CTE. Con las incorporaciones de nuevas centrales hidroeléctricas, la producción de energía hidráulica creció hasta 23% y pasó a representar 12% del consumo. Durante este periodo, dos fuentes energéticas fueron incorporadas de manera notable: el carbón y la energía eólica (Espinasa, Hinestrosa, Sucre, & Anaya, 2017). Actualmente

el país cuenta con 22% de su capacidad geotérmica instalada (unos 195 MW) pero existen planes para su expansión mediante 3 proyectos: Pailas II en construcción para entrar a operar en 2019, y Borinquen I y II, los cuales suman unos 165 MW adicionales. Es de notar que la geotermia es la única fuente renovable que se considera no sujeta a la variación climática (La Nación, 2016).

gas y uranio) y las energías primarias renovables (hidroeléctrica, eólica, solar y biomasa) (MIEM, 2016).

Recuadro 7 Beneficio ambiental del Sistema Nacional de Combustibles

RECOPE es una empresa pública propiedad del Estado de Costa Rica, cuyos objetivos funcionales se encuentran en el artículo 6 de la Ley 6588, que señala:

“Los objetivos de la Refinadora Costarricense de Petróleo, S. A. son los siguientes: refinar, transportar, comercializar a granel el petróleo y sus derivados; mantener y desarrollar las instalaciones necesarias para ello y ejercer, en lo que le corresponda -previa autorización de la Contraloría- los planes de desarrollo del sector energía, conforme al Plan Nacional de Desarrollo”.

Para el cumplimiento de sus objetivos, RECOPE ha desarrollado el Sistema Nacional de Combustibles (SNC), que consiste en un conjunto de obras que de forma integral y sistemática son utilizadas para abastecer la demanda nacional de manera continua, confiable, oportuna, de calidad y con responsabilidad social y ambiental.



Fuente. RECOPE, 2017

El SNC está conformado por subsistemas interrelacionados: a) terminales de importación, b) unidades de producción y formulación, c) planteles de almacenamiento y ventas, d) sistema de poliductos y estaciones de bombeo, e) servicios auxiliares, f) unidades ambientales y de seguridad, g) laboratorios de certificación de la calidad

El SNC se ha desarrollado conforme el crecimiento demográfico y económico del país lo han requerido. Este sistema es único en el contexto regional, debido a la integración de las actividades de la cadena de valor de RECOPE.

Asimismo, Costa Rica es el único país de Centroamérica que tiene una red de poliductos para el trasiego de los productos derivados de petróleo. El hecho de tener dicha red con aproximadamente 533 kilómetros de longitud para trasegar los combustibles desde Moín hasta los diferentes planteles de distribución, permite que combustibles limpios (gasolinas, jet fuel y diésel) que consume el país no tengan que transportarse en camiones cisternas. Esta infraestructura desarrollada por RECOPE evita que aproximadamente 300 camiones cisternas transiten diariamente desde Moín hacia los planteles El Alto, La Garita y Barranca, lo cual resulta muy beneficioso para disminuir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), gas de efecto invernadero que atribuye al calentamiento global del planeta. Un estimado, basado en un rendimiento de 5 km/litro para el consumo de diésel para las cisternas que transportan los combustibles, sería de evitar la emisión de aproximadamente unas 15 mil toneladas de CO₂ anualmente.

En la actualidad se está construyendo un nuevo puesto para las importaciones de los combustibles derivados de petróleo, el cual no solo permite atracar barcos de mayor capacidad (80 000 toneladas de peso muerto) sino desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental, protege el arrecife oeste de la isla de Pájaro, que a su vez resguarda islas cercanas que antes se veían afectados por la descarga de sedimentos que arrastra el Río Moín.

Por lo tanto, el Sistema Nacional de Combustible ofrece no solo un sistema eficiente y seguro para abastecer la demanda nacional de combustibles sino una serie de beneficios ambientales también.

Fuente: RECOPE; 2017

Los patrones de consumo de energía fueron similares entre el 2010 y 2015 (Gráfico 12). Esto puede estar relacionado con las políticas nacionales existentes y que anteriormente estaban enfocadas en la eficiencia energética y el desarrollo sostenible, y considerando un punto de vista más social, se puede recalcar el hecho de que se alcanzó un 99% de cobertura eléctrica nacional en 2011 (ICE, 2015). En 2015, 94,5% de la energía primaria consumida tuvo uso energético. De este porcentaje un 59,9% provino de residuos vegetales y

39,8% de leña. El consumo de las fuentes de energía secundaria¹⁶, cuyo componente más importante son los derivados del petróleo con un 72,9%, aumentó 7% desde 2006. Superior al consumo promedio de 2,6% correspondiente al período 2005-2015, la demanda de energía secundaria creció 5,8% entre el 2014 y 2015, mientras que el consumo de fuentes renovables disminuyó 1,9%. Por último, del consumo final de energía en 2015, el 16,4%

¹⁶ A energía secundaria es aquella obtenida a partir de una fuente primaria u otra secundaria, después de someterla a un proceso físico, químico o bioquímico que modifica sus características iniciales (MIEM, 2016).

corresponde al aporte primario y 83,6% al secundario (Herrera, 2016).

Entre 2011 y 2012, el consumo del sector transporte creció un 1,9%, menor al promedio de los últimos cinco años (2,6% anual) (Gráfico 13). La evolución y estructura del transporte terrestre entre 2005 y 2011 muestra que el mayor incremento es el diésel con 49,8%, luego la gasolina regular con 29,2% y la súper con 20,5% (Molina, 2012). En 2015, la energía consumida por el sector transporte presentó un aumento de 6,9% respecto al año 2014, correspondiendo al crecimiento del parque vehicular explicado en la siguiente sección (Herrera, 2016).

El consumo de energía por la industria fue impactado por la mejora en la eficiencia de los procesos industriales, impulsados por la reducción de los costos de producción y la eficiencia ambiental de los procesos (Fallas, 2016). Por lo tanto, la energía consumida por el sector industrial en 2015 fue de 14,3%, presentando una disminución de 16,9% en comparación al año 2009, y alcanzando un 71,5% de la energía primaria consumida total (Herrera, 2016).

Respecto al consumo de energía del sector residencial, el consumo de electricidad ha aumentado solamente 2,7% en comparación a 2014. Esta tendencia se explica por el impacto de los precios de la electricidad sobre el consumo

residencial. En 1970, el índice de cobertura nacional era inferior al 50%, pasando a una cobertura del 85% en 1990. A partir de 1990, la dificultad de acceso a las viviendas sin electricidad implica que la tasa de crecimiento disminuyó. Sin embargo, desde 2010, más de 99% de las viviendas tiene acceso a la electricidad (Gráfico 14) (ICE, 2015).

Por otro lado, el aumento en la demanda de las fuentes fósiles está asociado al aumento en el consumo de energía por el incremento de la flota vehicular. De hecho, la tasa aumentó de 204 vehículos por cada 1.000 habitantes en 2011 a 262 en 2015. De estos derivados, los combustibles presentan aumentos de 5,3%, 3,1% y 14,8% respectivamente en los últimos diez años, lo que concuerda con el aumento de la demanda de 6,9% por parte del sector transporte respecto al 2014 (Herrera, 2016).

9.2 Impacto

A pesar de que se observó una mejora en la eficiencia energética¹⁷ (Gráfico 15), la generación de energía ha aumentado porque *“el crecimiento de la demanda energética es el elemento central*

¹⁷ La eficiencia energética “consiste en limitar o reducir el consumo de energía mediante la adopción de artefactos o equipos más eficientes (p. ej.: uso de lámparas compactas fluorescentes en sustitución de lámparas de filamento incandescente). Algo es más eficiente energéticamente si proporciona más servicios utilizando la misma cantidad de energía, o el mismo servicio utilizando menos energía” (IEA, 2015).

que impulsa las necesidades de aumento de la capacidad del sistema eléctrico y de la oferta energética en general” (MINAE, 2015). Por lo tanto, este patrón ha creado una presión suplementaria sobre el medio ambiente y el sector energía ha sido identificado como responsable del 31,2% de la Huella Ecológica de Costa Rica (Herrera, 2016). Así, las actividades relacionadas con la producción y consumo de energía producen como mayor impacto la generación de emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero (cuadro 14). Se han establecido como causas de este impacto los estilos de vida y desarrollo que ha elegido la población (MINAE, 2015).

Los hábitos de la población del país, entendidos como sus decisiones cotidianas, también influyen fuertemente en el consumo de energía. Estos hábitos presentan periodos de alto crecimiento alternados con periodos de bajo crecimiento, con un periodo estable desde 2008 (Gráfico 16). La estabilidad a partir del 2008 se explica por varios factores: el inicio de la crisis económica, la saturación del progreso de electrificación y el apoyo a una política de eficiencia eléctrica. En este contexto, la educación es clave en cuanto al uso de la energía y sus impactos ambientales, sociales y económicos asociados, y llevar al país hasta un uso de la energía eficiente (MINAE, 2015).

En consecuencia, conflictos socioambientales relativos a proyectos de desarrollo productivo han ido aumentando en frecuencia e intensidad. De hecho, entre 1994 y 2013, 5,8% de los conflictos tuvieron un tema socioambiental, pasando de 1,8% en 2001 hasta 7,0% en 2013, con un incremento de 38,6% entre 2009 y 2013. Los conflictos relativos al sector energía “manifiestan la compleja disyuntiva energética de aumentar el uso de fuentes renovables frente a la conservación tradicional del patrimonio natural” (MINAE, 2015), promoviendo con frecuencia una mayor participación ciudadana. Debido a que los procesos de consulta pública se hacen a destiempo y no desde la concepción de los proyectos, los conflictos se crean alrededor del uso de la tierra y recursos en contextos tales como el desarrollo de proyectos hidroeléctricos y el cambio de restricciones en áreas silvestres protegidas o zonas de patrimonio legalmente establecidas. También, la gestión inadecuada de las inconformidades denunciadas engendra oposiciones (MINAE, 2015). Asimismo, el tema de consultas con poblaciones indígenas es controversial, por ejemplo, el proyecto para construir la represa más grande de Centroamérica – Boruca– enfrentó una fuerte oposición por parte de los habitantes de la zona sur (Ramírez, 2010).

El enfoque sobre eficiencia energética está generalmente

caracterizado por la relación entre el consumo de energía total del país y el Producto Interno Bruto (PIB), llamada intensidad energética. La intensidad energética para Costa Rica, presentada en el gráfico siguiente indica *“cuánta energía se requirió para producir cada unidad de valor agregado en el país”* (MINAE, 2015), cuya disminución representa un progreso en la eficiencia energética (Gráfico 4). Es posible entonces mejorar la competitividad del sistema productivo de energía y reducir el desperdicio y las inversiones e impactos sociales y ambientales del desarrollo energético a través de buenas prácticas (ahorro, manejo y generación distribuida y autoconsumo) y de herramientas tales como el marco jurídico e institucional (actualización) y las tarifas (MINAE, 2015). Este enfoque se refleja en la disminución del consumo de energía eléctrica en el sector industrial, pero también en el sector residencial, reduciendo sus impactos ambientales (presentado en la siguiente sección).

Relativo al sector transporte, la política pública orienta las acciones hacia un sistema eficiente y sostenible del transporte público, para luchar en contra de la dependencia de los combustibles fósiles y reducir las emisiones de gases invernaderos a través de un apoyo al uso de combustibles alternativos y de normas para la importación de vehículos nuevos y usados (MINAE,

2015). Sin embargo, el poco impacto de los incentivos por parte del Estado para renovar la flota, y la alta carga de impuestos sumado a los intereses de los préstamos para adquirir vehículos nuevos, resultaron en pocos efectos visibles por parte de la política nacional en cuanto a la reducción de emisiones.

9.3 Implicaciones de las emisiones gaseosas y material particulado

Como se mencionó anteriormente, el principal impacto ambiental de las actividades relacionadas con la producción y consumo de energía son emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero. La producción y consumo de energía en Costa Rica contribuye a las emisiones de gases y material particulado y ha ido aumentando desde los años 90 (Ilustración 2, Gráfico 17).

El siguiente gráfico 18 muestra la variación de los promedios anuales de partículas PM10 registrados en varios sitios de monitoreo del Área Metropolitana de Costa Rica entre 2010-2015¹⁸. En el gráfico 8 se observa que las emisiones de PM10 no presentan una mayor disminución en los diferentes sitios medidos desde el

¹⁸ Las mediciones de material particulado con diámetros menores a 10 μm (PM10) empezaron en 2004 con el impulso y apoyo de diversas entidades locales y nacionales (Universidad Nacional, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Ambiente y Energía y la Municipalidad de San José) gracias a la implementación de una red de monitoreo que mide la concentración de dióxido de nitrógeno en al menos 42 sitios de la GAM (Herrera, 2016).

2010 y que su cantidad cumple con los parámetros establecidos en el Reglamento sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos¹⁹. Sin embargo, se sobrepasan los límites de la OMS, no así para los límites europeos, a excepción del caso de Heredia (MINAE, 2015).²⁰ Por lo tanto, la cantidad de PM10 que se encuentra en el aire en la GAM implica un riesgo para la salud humana.

En el caso de las partículas con un diámetro de 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, las cuales pueden ingresar hasta la región alveolar y provocar efectos a la salud más severos, los niveles son muy superiores a los niveles recomendados por la OMS, demostrando la urgencia de la situación. Sin embargo, no existen límites que regulen la emisión de este tipo de partículas en el Reglamento de Inmisiones de Contaminantes Atmosféricos (Briceño Castillo, Herrera Murillo, Arias Solórzano, Guerrero Beita, & Marin Rojas, 2015; Herrera, 2016). En el Sexto Informe de la Calidad del Aire, se observa un aumento de las emisiones de PM 2,5 entre el 2013 y 2014, y una estabilización de partículas en 2015 (Tabla 2) (Briceño Castillo, Herrera Murillo, Arias Solórzano, Guerrero Beita, & Marin Rojas, 2015).

¹⁹ La norma nacional está dada en el Decreto 30221-S "Reglamento sobre Inmisión de Contaminantes Atmosféricos". Establece el valor de referencia de los niveles máximos en inmisión de PM10: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio anual y 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un período de 24 horas (MINSALUD, 2016).

²⁰ De estos datos, las mediciones en zonas residenciales (con menor tráfico vehicular) mostraron concentraciones más bajas (PM10 entre 19 – 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio anual), mientras que las zonas con mayor tráfico (comerciales e industrial) registraron concentraciones mayores (25 – 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio anual) (Herrera, 2016).

9.4 Fuerza motriz

El crecimiento del parque vehicular casi se triplicó en los últimos 20 años: desde aproximadamente 450.000 en 1994 hasta más de 1.200.000 en 2014, y aumentó la emisión de gases de efecto invernadero (Gráfico 19 y 20) (MINAE, 2015). Este aumento ha sido identificado como una fuente de contaminación del aire de hasta 1.332.540 toneladas de monóxido de carbono y gases orgánicos reactivos en 2015 (Gráfico 21) (Herrera, 2016). Finalmente, en 2015, el sector transporte fue "responsable del 66 % del consumo de hidrocarburos y del 54% de las emisiones de CO₂ del país" (MINAE, 2015).

Además, "la desintegración del transporte público, la inseguridad ciudadana, la escasa información al usuario, el hecho de que los servicios de transporte público sean más lentos que los vehículos privados y las cuestionables condiciones mecánicas de algunas unidades, han motivado a los ciudadanos a migrar a la motorización individual como solución para trasladarse cotidianamente" (MOPT/CTP-ARESEP-BCCR, 2014). También, se puede sumar que el tren tiene mucho retraso en su desarrollo, las municipalidades enfrentan dificultad en el desarrollo de las vías y se puede asumir que, por tema de seguridad, el carpooling está aún muy limitado (González Jiménez, 2013). Las ciclovías también han tenido un desarrollo muy limitado (Acuna Leiva,

Hernández Vega, Jiménez Romero, Zamora Rojas, & Loría Salazar, 2015).

El MOPT y el PRUGRAM establecieron que la cantidad de viaje en bus pasó del 60 % del total en 1999 a un 45 % en el 2007 (MINAE, 2015). Además, de acuerdo con el MINAE (2016), en 1994 existían 132 vehículos por cada 1.000 habitantes, aumentando a 263 en 2014. Lo anterior sustenta el argumento anterior acerca del impacto de los estilos de vida y desarrollo elegidos por la población, y evidencia el reto todavía existente en cuanto a las políticas de un sistema eficiente y sostenible de transporte público.

Asimismo, una relación fuerte ha sido establecida entre la edad del parque vehicular y la contaminación por óxidos de nitrógeno y gases orgánicos reactivos (vehículos más antiguos, más contaminantes) (Herrera, 2016). La emisión de gases de efecto invernadero está agravada por la edad de los vehículos, estimada en 16 años para el país. La insuficiente regulación en la importación de vehículos usados permite poca intervención, pues se autoriza la importación de vehículos de más de 15 años de antigüedad que no cumplen con los requisitos internacionales en términos de eficiencia energética (Gráfico 12) (MINAE, 2015).²¹ Los incentivos para la

compra de nuevos vehículos también son limitados. La información sobre el rendimiento de combustible de los distintos modelos, así como los incentivos para el cambio de tecnología a gas LPG o para cambio a eléctrico o híbrido están restringidos. De igual manera, existen limitantes para obligar a tener un porcentaje de concesiones de buses y taxis que sean eléctricos o híbridos, así como alicientes para que las propias instituciones públicas incluyan en sus planes de renovación de flotas estos temas.

Aunque entre 2007 y 2015, la importación de vehículos de más de 15 años parece disminuir ligeramente, mientras que la de vehículos nuevos aumenta, el envejecimiento de los vehículos previamente importados y el aumento del parque vehicular se traducen en un aumento de las emisiones del sector transporte (Gráfico 12) (MINAE, 2015). Por lo tanto, la política pública energética orientada a acciones hacia un sistema eficiente y sostenible no logró implementar normas e incentivos suficientemente efectivos para la importación de vehículos nuevos y usados, y la flota vehicular no se caracteriza por ser más eficiente.

En cuanto al consumo de energía en el sector transporte, el IV PNE 2015-2030 propone la renovación de la flota vehicular introduciendo la eficiencia energética para los

21 De acuerdo con los datos de importación de vehículos suministrados por el Ministerio de Hacienda, en el 2014 la importación de vehículos usados representó el 34 % del total de importaciones de esos bienes de los cuales el 24 % supera los 15 años de antigüedad (MINAE, 2015).

vehículos²² con el fin de avanzar hacia tecnologías más eficientes a través del Programa de Adquisición de Vehículos Eficientes (PAVE)²³. Este programa es implementado en colaboración con el Banco de Costa Rica, Instituto Nacional de Seguros (INS) y la Asociación de Importadores de Vehículos y Maquinaria (AIVEMA). Se enfoca en la promoción de la importación de vehículos más eficientes²³ y de menor emisión de gases de efecto invernadero gracias a condiciones financieras favorables tales como el fortalecimiento y mejora de los incentivos fiscales de manera permanente (MINAE, 2015). Las emisiones del sector industrial disminuyeron considerablemente desde los años 1990's (Gráfico 14) para llegar a 2011 a un consumo industrial de energía compuesto de 46,2% de biomasa, 35,6% de combustibles fósiles y 18,2% de electricidad. De hecho, el consumo industrial decreció un 5,2% en comparación con el 2005. Esta disminución sigue la tendencia mencionada previamente de mejorar su eficiencia energética. Esta mejora se realizó a través de actividades de valor agregado por mayor eficiencia, sin embargo, la recesión en algunas actividades económicas (construcción y producción azucarera) también impactó el consumo de energía del sector. Esta disminución se denota en

el consumo de fuel-oil que se redujo 4,5% entre 2005 y 2011. En cuanto a la electricidad, el consumo del sector industrial fue de 0,4% anual en el último quinquenio (Molina, 2012).

9.5 Impactos

La emisión de gases y material particulado en altas concentraciones impacta en la salud pública y se estima que ha sido la causa de 3,7 millones de defunciones prematuras anuales en el mundo en 2012. Entre otros, estos elementos provocan accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, como el asma (MINAE, 2015). De hecho, un estudio realizado en 2013 por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la OMS "determinó que la contaminación del aire exterior es carcinógena para el ser humano, y que las partículas del aire contaminado están estrechamente relacionadas con la creciente incidencia del cáncer, especialmente el cáncer de pulmón. También se ha observado una relación entre la contaminación del aire exterior y el aumento del cáncer de vías urinarias y vejiga" (OMS, 2017). En este contexto, los habitantes de países de ingresos bajos y medianos han sido identificados como los más afectados por esta contaminación, presentando el 87% de los 3 millones de defunciones prematuras debidas

22 Promoviendo el ahorro de combustible

23 El PAVE provee condiciones de financiamiento favorables a vehículos con niveles de emisiones menores a 200 gCO₂/km y que cumplan con un rendimiento combinado (carretera -ciudad) de 15 km/l (MINAE, 2015).

a la contaminación del aire en 2012 (OMS, 2017).

De manera más global, las emisiones de gases de efecto invernadero contribuyen al cambio climático, lo cual provoca el calentamiento global, aumentando en frecuencia e intensidad los eventos climáticos extremos. Estos cambios impactan directa e indirectamente a todos los recursos naturales del planeta y a todos los sectores de nuestra sociedad.

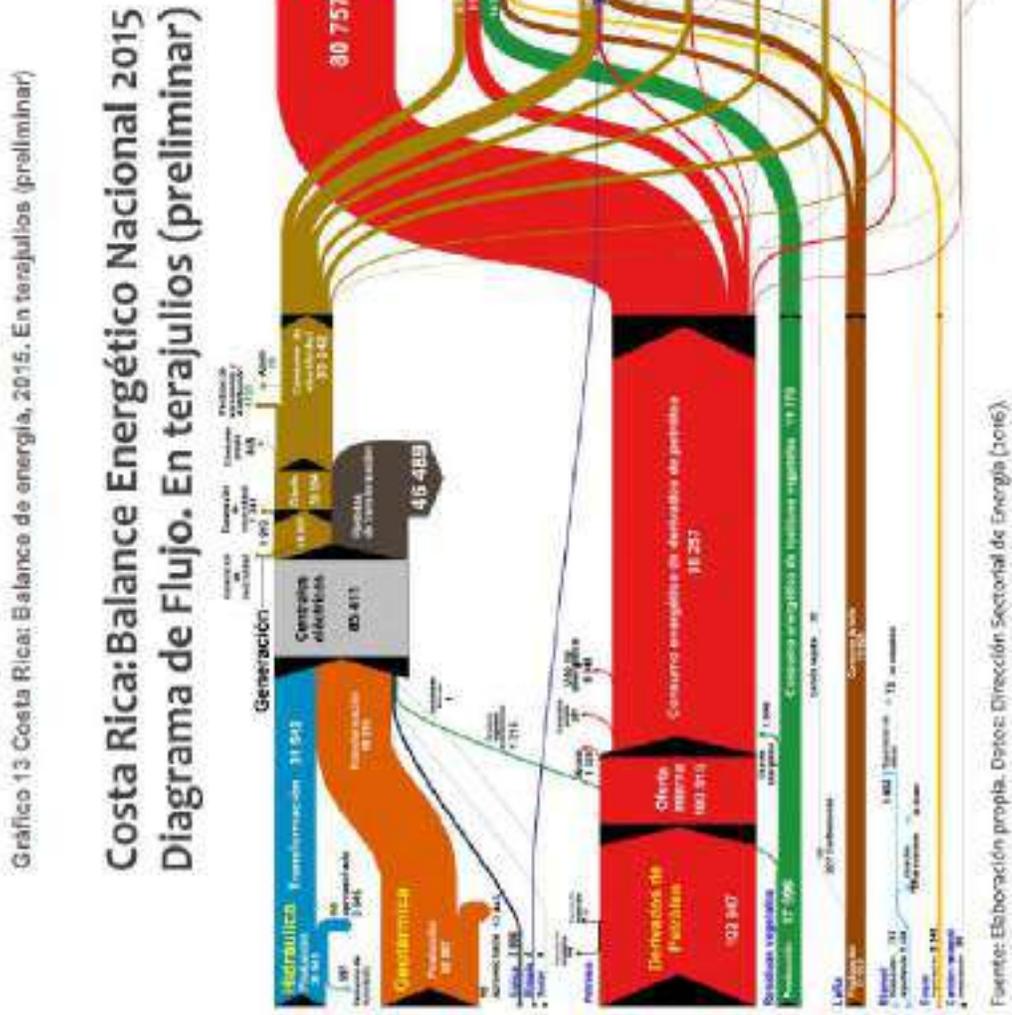
9.6 Conclusiones

El sector energía es clave para el desarrollo de una nación. La política energética por ello orienta el sector hacia un desarrollo energético sostenible y bajo en emisiones. En la generación de energía, son notables los logros alcanzados en cuanto a fuentes limpias y renovables. El desafío pendiente es lograr reducir las emisiones del sector transporte en la senda a una economía baja en carbono. Actualmente, el sector energía representa un 31,2% de la huella ecológica de Costa Rica, con los mayores impactos en emisión de GEI y contaminantes (material particulado), lo que a su vez incide en el deterioro de la calidad de vida, la salud y el ambiente.

Entre 1996 y 2016 la matriz energética de Costa Rica no ha sufrido cambios importantes. Se compone esencialmente de energía hidráulica, geotérmica y de derivados del petróleo, estos últimos –alrededor de un 34% del consumo total de energía– representan el desafío más importante respecto de las metas nacionales de reducción y compensación de emisiones de GEI. En una proporción mucho menor, también forman parte de esta matriz la energía solar, la energía eólica y la biomasa.

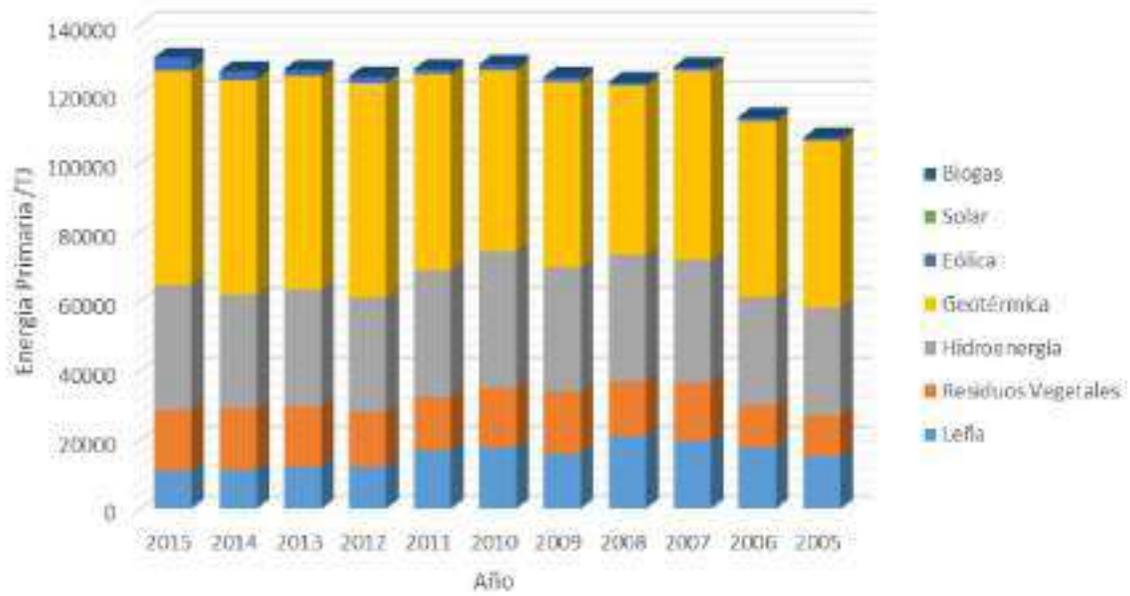
Los patrones de consumo de energía se han mantenido en niveles similares desde el 2010, con un aumento reducido, excepto en el sector industrial en donde la baja evidencia un aumento de la eficiencia energética, y en el consumo de combustibles por parte del sector transporte -66% del consumo total de hidrocarburos-, en que el incremento responde al aumento del parque vehicular –que casi triplicó en los últimos 20 años y es responsable del 54% de las emisiones del país- (MINAE, 2015). Son necesarios esfuerzos ingentes para revertir esta tendencia que apunten a la renovación de la flota vehicular por una más eficiente y al uso de modos alternos de transporte con un sistema integrado intermodal de transporte público con viajes más cortos.

Ilustración 1 Balance energético de Costa Rica 2015



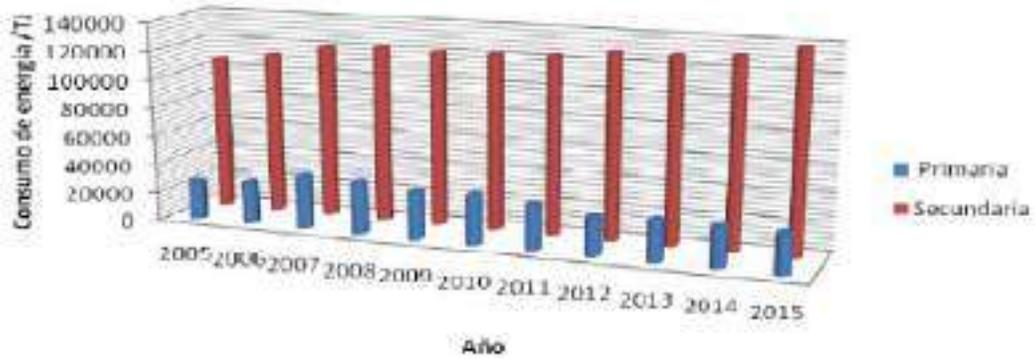
Fuente :Montero & García, 2016

Gráfico N° 11 Distribución de la producción de energía primaria por fuente en Costa Rica. 2005 -2015-



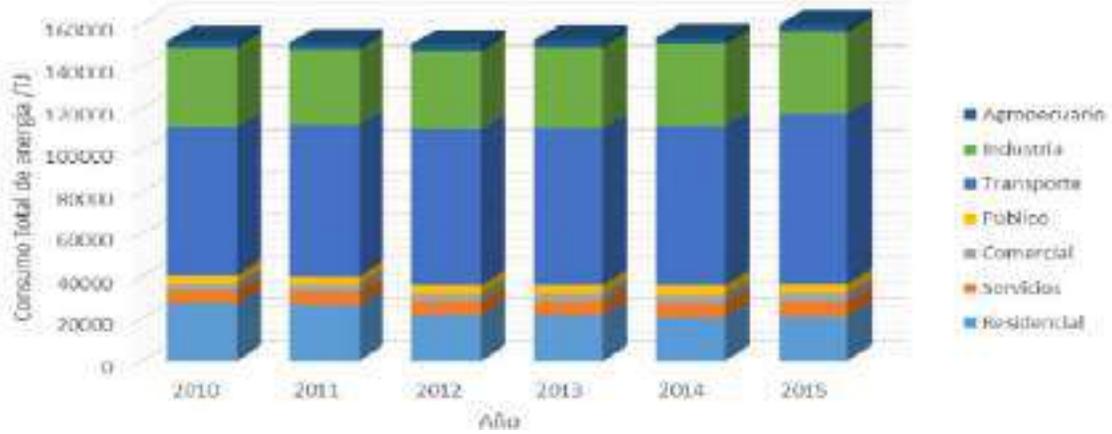
Fuente: Herrera, 2016

Gráfico N° 12 Evolución del consumo total de energía en Costa Rica 2005-2015



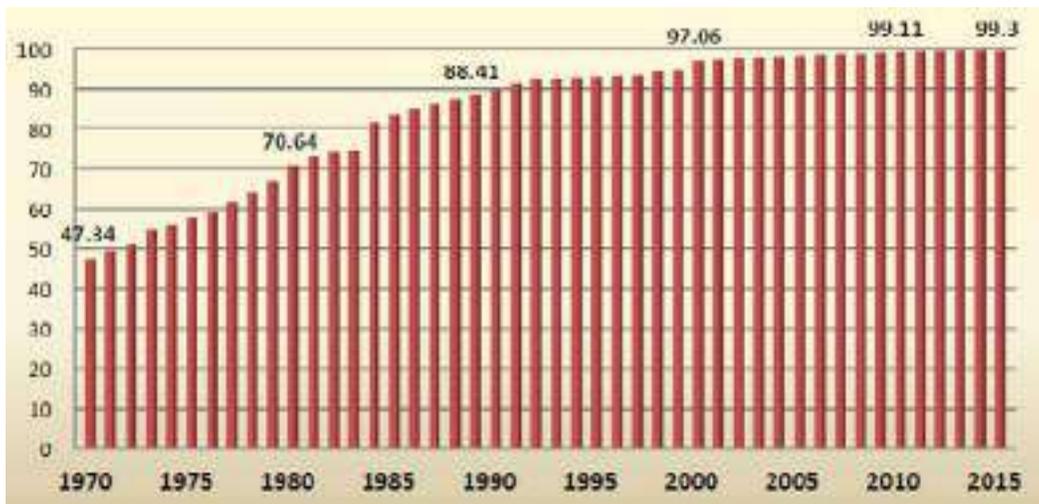
Fuente: MINAE, 2015

Gráfico N° 13 Distribución del consumo de energía total por sector en Costa Rica, 2010-2015



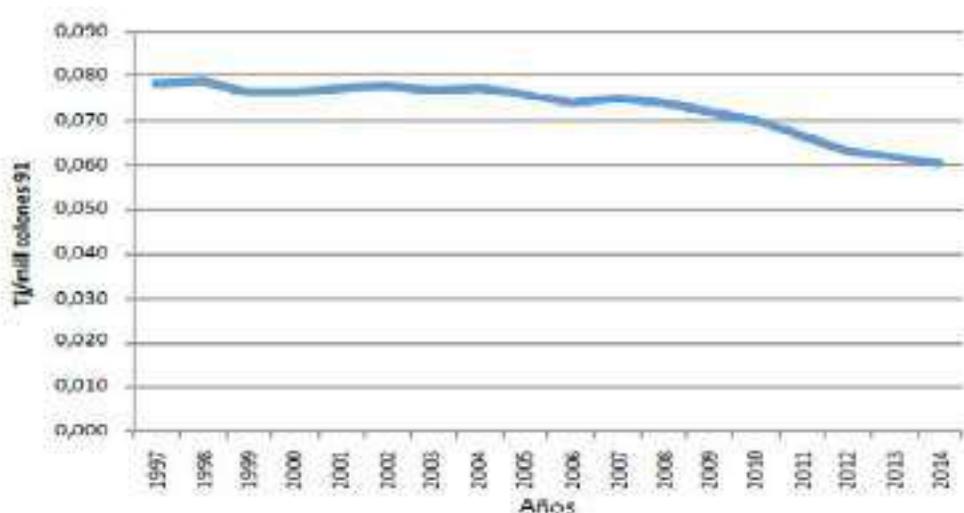
Fuente: Herrera, 2016

Gráfico N° 14 Índices cobertura eléctrica en Costa Rica



Fuente: ICE, 2015

Gráfico N° 15 Evolución de la intensidad energética 1997-2014



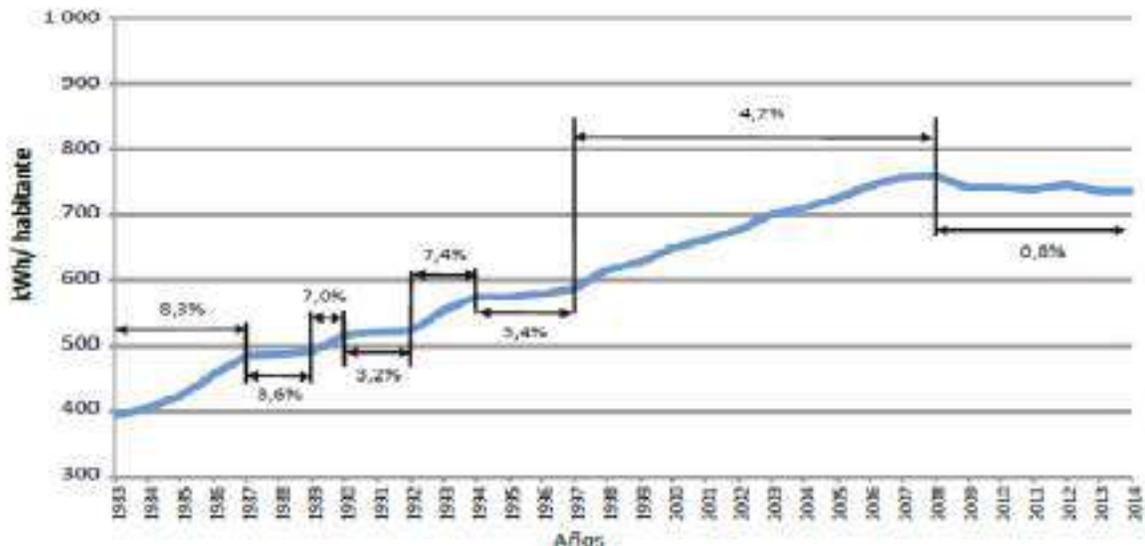
Fuentes: MINAE, 2015

Cuadro N° 13 Distribución de las emisiones de gases invernadero para el sector energía, 2012

Fuente	Emisión de CO ₂ /Gg	Emisión de CH ₄ /Gg	Emisión de N ₂ O/Gg
Industrias de la energía			
Generación de electricidad	557,6	0,06	0,0100
Refinación de petróleo	32,8	0,001	0,0006
Producción de carbón vegetal	0,0	0,004	0,0003
Sector industrial			
Manufactura y construcción	1.090,3	0,56	0,080
Otros sectores			
Residencial	147,4	2,09	0,030
Comercial, público y servicios	116,9	0,30	0,004
Agropecuario	122,5	0,017	0,001
Transporte			
Transporte	4.827,5	1,26	0,33
Otros			
Emisiones fugitivas proveniente de a producción de energía	89,6	0	0

Fuente: IMN, 2015

Gráfico N° 16 Evolución del consumo eléctrico residencial per cápita y tasas de crecimiento anual para varios periodos, 1983-2014



Fuente: MINAE, 2016

Ilustración 2 Distribución de la emisión de gases con efecto invernadero expresadas como CO₂ equivalente para el 2012.

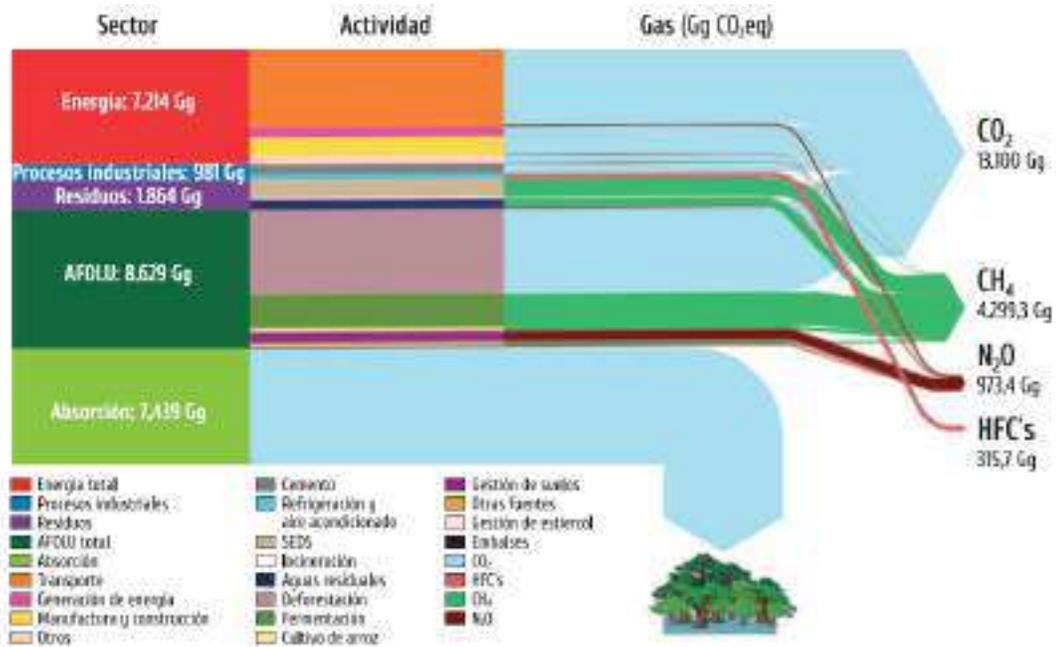
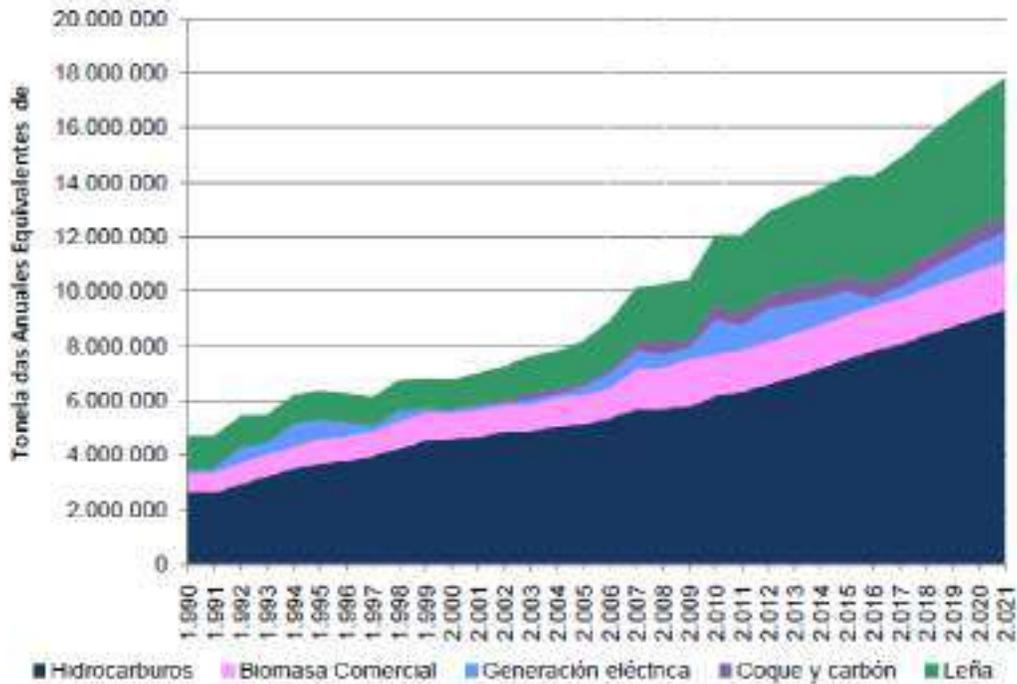


Figura 6.1. Distribución de la emisión de gases con efecto invernadero expresadas como CO₂ equivalente para el 2012.

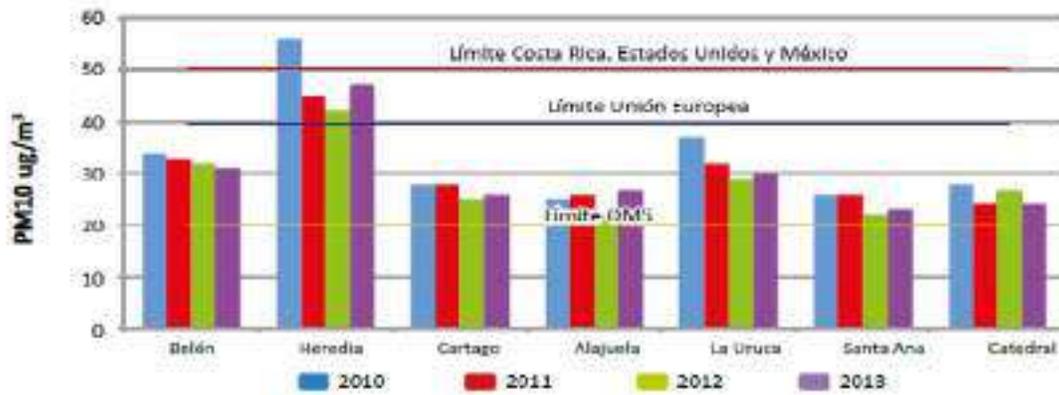
Fuente: Ministerio del Ambiente y Energía. Instituto Meteorológico Nacional (2015): Inventario nacional de gases de efecto de invernadero y absorción de carbono, 2012.

Gráfico N° 17 Costa Rica: Emisiones totales estimadas según principales fuentes (en toneladas equivalente de Dióxido de Carbono)



Fuente: Martínez Hidalgo, 2010

Gráfico N° 18 Evolución de los promedios anuales de partículas PM10 en el período 2009-2013.



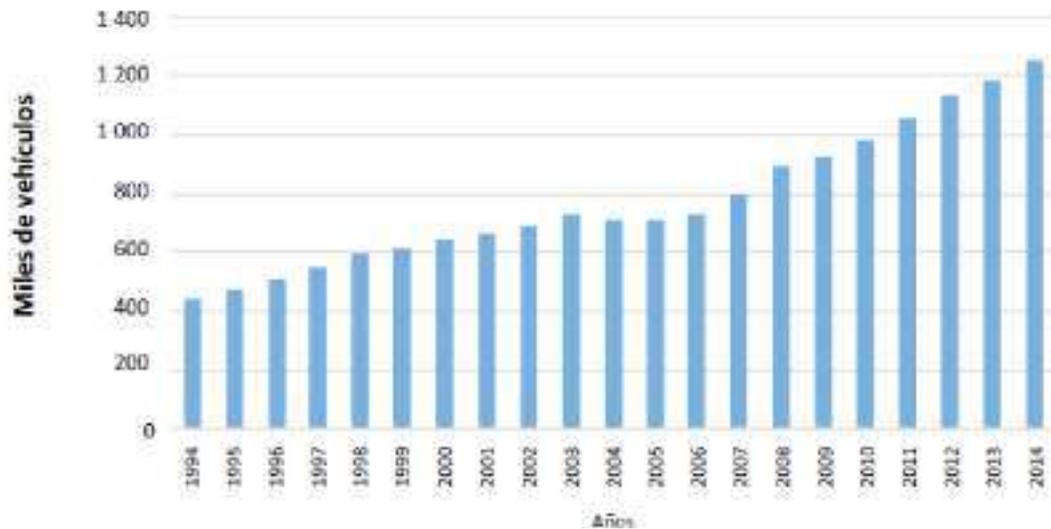
Fuente: MINAE, 2015

Cuadro N° 14 Concentración promedio anual de partículas PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenidas en el Área Metropolitana de Costa Rica 2013, 2014 y 2015

Año	2013	2014	2015	
<i>Sitio de muestreo</i>	Plantel Municipal, MSJ	Plantel Municipal, MSJ	Plantel Municipal, MSJ	Criterio OMS
<i>Promedio Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>	22	25	24	10
<i>Desviación Estándar ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>	7	11	9	-
<i>Valor máximo registrado en 24 horas</i>	48	69	66	25

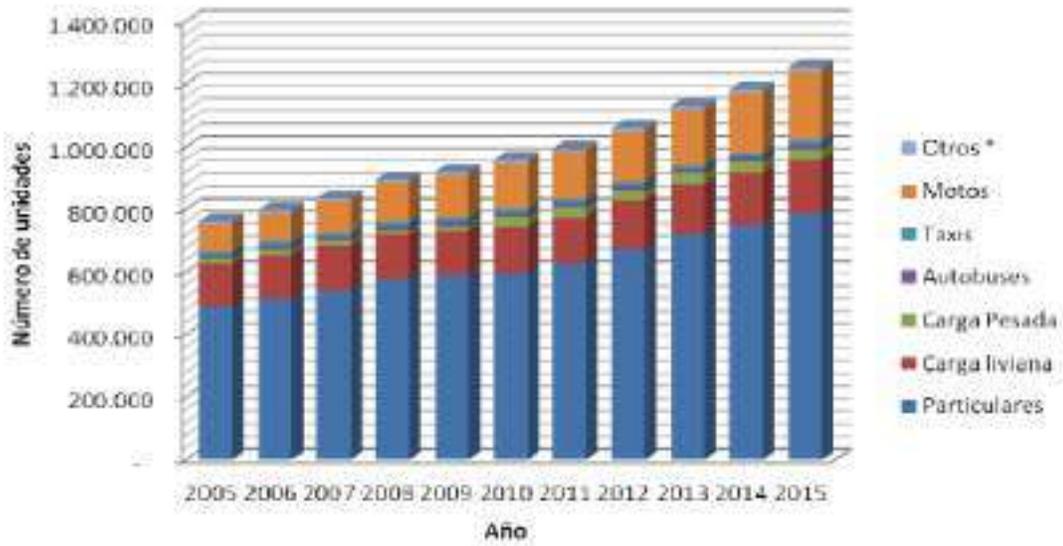
Fuente: Briceño Castillo, Herrera Murillo, Arias Solórzano, Guerrero Beita, & Marin Rojas, 2015

Gráfico N° 19 Evolución del parque vehicular en Costa Rica 1994-2014



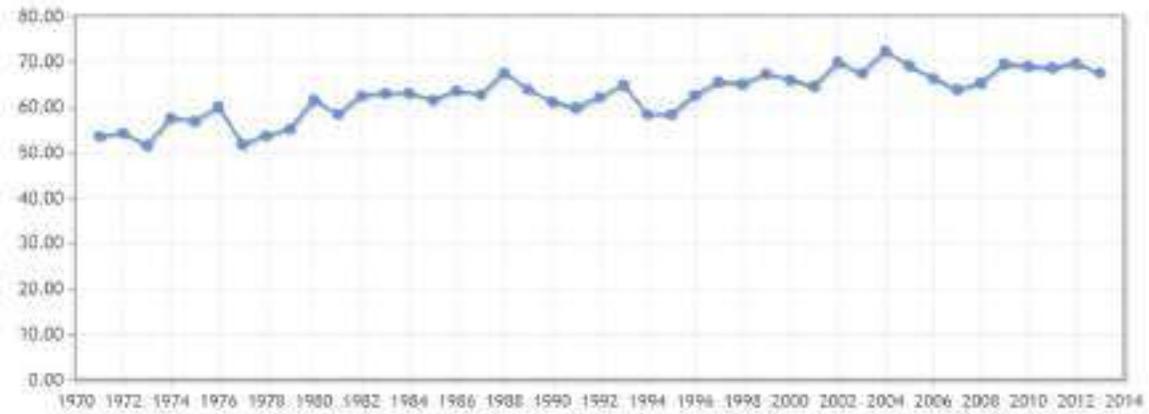
Fuente: MINAE, 2015 desde los Anuarios Estadísticos del INEC, 2015

Gráfico N° 20 Evolución de la flota vehicular de Costa Rica por categoría 2005-2015



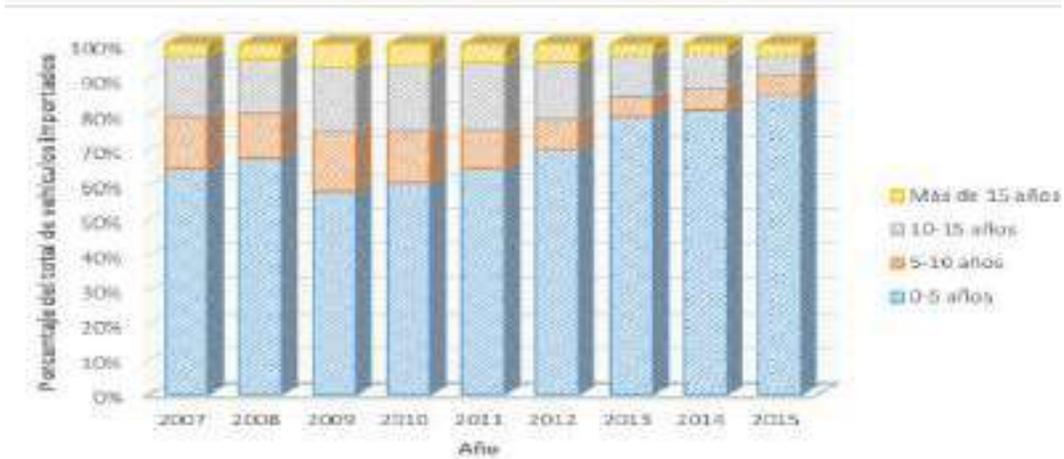
Fuente: Herrera, 2016

Gráfico N° 21 Evolución de las emisiones del sector transporte en Costa Rica



Fuente: (IndexMundi, 2017)

Gráfico N° 22 Evolución del comportamiento de las importaciones de vehículos de acuerdo con la edad promedio al momento de la entrada al país 2007-2015



Fuente Herrera, 2016

Gráfico N° 23 Evolución de las emisiones del sector industrial en Costa Rica



Fuente: IndexMundi, 2017

10. Variabilidad y cambio climático

El cambio climático es un fenómeno a nivel mundial que está modificando los procesos atmosféricos, oceanográficos, químicos y biológicos que afectan al medio ambiente, y nuestra supervivencia y estilo de vida. A nivel mundial se estima que los escenarios irán desde cambios leves hasta catástrofes de magnitudes enormes para los ecosistemas y la humanidad. Existe un consenso general en que, a pesar de la alta variación respecto a los patrones climatológicos para cada región, las condiciones van a moverse hacia extremos como elevadas temperaturas, sequías y altas tasas de precipitación (Alvarado 2014, Camacho & Charpentier 2014). Costa Rica no se encuentra exenta de los efectos del cambio climático, sino que más bien, está ubicada en una de las regiones más vulnerables y susceptibles a múltiples amenazas derivadas del mismo (Ordaz, Ramírez, Mora, Acosta & Serna 2010, Flores, Salas, Astorga & Rivera 2014). Las variaciones no van a ser homogéneas entre las distintas regiones geográficas, y por lo tanto los impactos van a ser muy distintos, así como la adaptabilidad y vulnerabilidad (CADETI 2000).

En el país habrá dos tipos de escenarios dependiendo de la ubicación geográfica y características climatológicas actuales: condiciones secas extremas y condiciones lluviosas extremas (MINAET-IMN-PNUD 2011). Ambos escenarios se plantean para todo el territorio nacional, y no existe lugar que no vaya a ser afectado por estos cambios. A raíz de ello, muchos sectores productivos se verán perjudicados. El sector agropecuario será el más perjudicado por las sequías, inundaciones y degradación de tierras, sumándose a esto la debilidad en capacidad de adaptación de las poblaciones rurales dependientes de este sector (Bouroncle et al. 2015).

El país ha avanzado mucho en materia de mitigación, a pesar de contribuir en muy poco a la emisión de gases de efecto invernadero a nivel mundial. No obstante, los aspectos de adaptación se han quedado rezagados en relación con la mitigación. El país todavía debe invertir mucho en materia de adaptabilidad (particularmente en el sector rural), tecnologías de riego y pagos por servicios ambientales (CADETI 2000, MINAET-PNUD 2010,

Retana, Calvo, Sanabria, Córdoba, Calderón & Cordero 2010, MINAET-INCAE 2012).

Al igual que en el resto del planeta, en Costa Rica se han observado una serie de cambios asociados a los efectos del cambio climático. Las temperaturas han ido aumentando gradualmente, sobre todo en las zonas altas y montañosas (CADETI 2000, Alvarado 2014, Camacho & Charpentier 2014). Según los modelos realizados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) se estima que entre el 2011 y el 2040 la temperatura en casi todo el territorio alcanzará entre 0,5 y 1°C de más comparado con las temperaturas actuales; sin embargo, en Guanacaste el aumento será de hasta 1 y 1,5°C (Alvarado 2014). Para finales del siglo XXI podría haber un cambio de hasta 4,5°C (Alvarado 2014). Por otro lado, se han observado patrones muy heterogéneos en las tasas de precipitación, y se plantean dos escenarios: uno seco extremo y otro lluvioso extremo (MINAET-IMN-PNUD 2011, Camacho & Charpentier 2014).

Los modelos del IMN predicen que para mediados de este siglo las lluvias en Guanacaste podrían disminuir hasta un 15% y un 10% en el resto del país, mientras que para finales de siglo se espera una disminución de hasta 75% en la tasa de precipitación en Guanacaste y casi la misma magnitud de aumento en sitios que son núcleos de

precipitación (Alvarado 2014). Los escenarios con condiciones de sequía se proyectan en la vertiente del Pacífico, sobre casi toda la provincia de Guanacaste, los alrededores del Golfo de Nicoya, y en Puntarenas hasta el Valle de Parrita, continuando por la depresión del Valle del Tárcoles hasta el Valle Central Oriental, y estas condiciones reaparecen nuevamente en la vertiente del Caribe en las zonas bajas del Valle de La Estrella (MINAET-IMN-PNUD 2011).

Las zonas sobre las que se proyectan escenarios de alta precipitación se localizan cerca de las zonas de barlovento (o zonas donde golpea el viento, que puede ir cargado de humedad), principalmente en el Caribe, y en el Pacífico Central y Sur, con máximos estimados para las zonas de barlovento de los volcanes Arenal, Poás, Barva, Irazú y Turrialba en el Caribe, y en las zonas de barlovento de la Península de Osa y la Fila Brunqueña en el Pacífico (MINAET-IMN-PNUD 2011). Las Llanuras de Tortuguero también se proyectan como un núcleo de precipitación (MINAET-IMN-PNUD 2011). Las disminuciones en lluvias pueden llevar a condiciones de sequía aquellas zonas que ya son propensas a la misma producto de la variabilidad climática asociada al fenómeno de El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) (CADETI 2000). Todas estas tendencias y cambios en temperatura, tasas de precipitación y eventos extremos representan riesgos

considerables para Costa Rica (Camacho & Charpentier 2014).

Entre 2005 y 2011 los eventos estacionales asociados al clima significaron la mayor parte de las pérdidas totales económicas, representando hasta un 62,9% o 710,65 millones de dólares estadounidenses (MIDEPLAN 2010, Flores et al. 2014). Las provincias de Puntarenas, San José y Guanacaste acumularon 63% de los costos en pérdidas causados por eventos hidrometeorológicos durante ese mismo periodo (Flores et al. 2014). Uno de los sectores productivos que se puede ver más afectado por los efectos asociados al cambio climático es el de producción eléctrica. Se estima que el costo de producción ha aumentado en algunos casos hasta 5.000 dólares por kilovatio, muy alto comparado con el promedio histórico del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), lo cual puede ser influencia climática de algunos eventos extremos, tales como sequías e inundaciones (Umaña 2014).

Esto es un problema importante, ya que el país depende en gran parte de la energía hidroeléctrica. Otros efectos del cambio climático incluyen impredecibilidad y aumento en la frecuencia de eventos extremos. En el 2016 Costa Rica fue impactada por el huracán Otto, el primer huracán en la historia documentada con impacto directo sobre territorio nacional desde al

menos 1.851 (IMN 2016). Otto provocó aguaceros torrenciales con acumulación diaria de hasta 300 mm, vientos con ráfagas de entre 15 a 30 m/s, deslizamientos y avalanchas (IMN 2016). Los sitios más afectados fueron Upala, Bagaces y Bijagua, y los daños estimados, solo en infraestructura vial, pueden ascender hasta los 7.188 millones de colones (IMN 2016).

El país ha reconocido la vulnerabilidad de las distintas regiones y la necesidad de plantear planes de mitigación y adaptación para hacer frente al cambio climático (NEEDS 2010). En 2014 se dio un gran paso para desarrollar y poner en marcha una estrategia de mitigación, llamada la Carbono Neutralidad. No obstante, existe un retraso en el tema de adaptación (NEEDS. 2010, Umaña 2014). El IMN ha elaborado más de 200 proyecciones hasta finales del siglo XXI, y existe suficiente información para planificar dichas medidas de mitigación y adaptación (Alvarado 2014). En 1997 se estableció la Comisión Nacional del Fenómeno ENOS (COENOS) como un marco de cooperación interinstitucional para promover el uso de la información climática en la planificación nacional (CADETI 2000). Fruto de estos esfuerzos es la publicación del documento "Sistematización de la información del impacto de los fenómenos naturales en Costa Rica" para el periodo 2005-2011 (MAG-MIDEPLAN 2013) o el más reciente esfuerzo bajo

la coordinación de la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), con la sistematización de la información de impacto de los fenómenos hidrometeorológicos en Costa Rica para el período 1988-2012 (Flores et al. 2014).

En el 2007 se publicó el documento “Adaptación del sistema hídrico de la zona noroccidental de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica al cambio climático – Informe Final”, el cual plantea esquemas para proteger el abastecimiento del agua (CADETI 2000). Además, el IMN ejecutó un proyecto de riesgo sobre el sector hídrico que demuestra que los sectores más propensos a eventos de lluvias están en la Zona Norte, el Caribe Norte y el Pacífico Sur, y también resalta el hecho de que el “corredor seco” no se va a detener en Nicaragua, como se pensaba, sino que se va a extender hacia el sur hasta Costa Rica e introducirse incluso en la Vertiente Caribe (Retana 2014).

En 1998 el país se adhirió a la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, y desde entonces se han identificado zonas con tendencias a la degradación de tierras debido a sequía (Guanacaste) o a exceso de lluvias (zonas húmedas de las Vertientes Caribe y Pacífico) (CADETI 2000). El CATIE ha venido elaborando los “Territorios Climáticamente Inteligentes” (TCI), que buscan

conciliar la producción, la adaptación y la mitigación al cambio climático, contribuyendo paralelamente a otros objetivos como la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y la conservación de los recursos naturales (Campos 2014). Un ejemplo es el cantón de Hojancha, en Guanacaste, donde hace 30 años la cobertura forestal estaba reducida a 12% del territorio, y dominaba la pobreza y la migración, mientras que actualmente la cobertura forestal supera el 50%, y al mismo tiempo se diversificó la economía, lo que resultó en un impacto positivo para el desarrollo humano del cantón (Campos 2014). En el 2010 se publicó un estudio muy importante sobre la inversión económica necesaria para mejorar la adaptación al cambio climático en el sector hídrico y en el sector biodiversidad, el cual establece que ambos requerirán 2.057,15 y 1.351,1 millones de dólares estadounidenses adicionales, respectivamente, para mejorar su adaptabilidad (MINAET-PNUD 2010). Se lograron identificar el 95% de las emisiones de gases de efecto invernadero del país, siendo el sector transporte el máximo emisor (4.955,55 giga gramos de dióxido de carbono) y las tierras forestales unas de las actividades que posiblemente almacenan más gases de efecto invernadero (2.053,65 giga gramos de dióxido de carbono) (MINAE-IMN 2012).

10.1 Alteraciones geoespaciales

El cambio climático no sólo tiene efectos sobre las condiciones climáticas. Los procesos atmosféricos pueden afectar de forma directa el ambiente geográfico, por ejemplo: un aumento en el nivel del mar puede variar las líneas de costa y afectar los espacios marino-costeros, y cambios en las tasas de precipitación pueden afectar los ríos y las cuencas. El aumento en el nivel del mar ha afectado más del 40% de las playas de Guanacaste, Puntarenas y Limón, lo que en la mayoría de los casos se evidencia con la erosión de las playas con “gradas” en la parte superior de la línea de marea y vegetación playera colapsada, como palmas de cocotero tiradas sobre la playa (Soto 2014). Sin embargo, los modelos predicen que el aumento del nivel del mar llegará a afectar las actividades agrícolas y los servicios públicos, tales como el abastecimiento de agua potable, los caminos y los asentamientos humanos, que se encuentren cerca de la zona costera (Soto 2014). En el caso de la ciudad de Puntarenas se prevé que podría quedar completamente inundada bajo un evento de condiciones mareográficas extremas (marea alta, mareas vivas, marejada, tormenta o huracán, y tsunami) (Lizano & Lizano 2010).

Una forma de darle seguimiento al nivel del mar es tener un control detallado sobre la posición de la zona marítimo-terrestre (ZMT), la cual no se mide desde 1980 (Soto 2014). Adicionalmente, la delimitación de la ZMT debería ser dinámica, así como el ordenamiento territorial asociado a la posición de la ZMT, con el fin de mitigar los posibles efectos del aumento en el nivel del mar (Soto 2014).

En el caso de las alteraciones geoespaciales tierra adentro, se ha visto que puede haber efectos distintos entre las cuencas hidrográficas. Algunos sitios son propensos a la sequía mientras que otros son propensos a inundaciones (MINAET-IMN-PNUD 2011). Los TCI se han desarrollado para buscar soluciones desde una perspectiva integral de las cuencas (Campos 2014). También se han utilizado las actividades de reforestación, como en el caso del evento binacional para reforestar la cuenca del río Sixaola entre Costa Rica y Panamá, con el fin de ayudar a la conservación de la biodiversidad y proteger los servicios ecosistémicos de la cuenca (UICN 2016).

10.2 Alteraciones ecosistémicas e impactos en biodiversidad del cambio climático

Costa Rica, al igual que el resto de Latinoamérica, ha sufrido un proceso de transformaciones aceleradas que se manifiesta en el ámbito estatal y en la sociedad misma, como iniciativas de reestructuración del Estado, procesos de privatización, promoción de un esquema neoliberal y presión por una economía globalizada, lo cual en general ha favorecido procesos de polarización social relacionadas a manifestaciones de pobreza, migración, crecimiento urbano no planificado y crecimiento demográfico, lo cual a su vez repercute sobre los recursos naturales provocando su deterioro (CADETI 2000). Además de esta presión humana, los ecosistemas y la diversidad se están viendo afectados por los efectos del cambio climático. El IMN predice tendencias hacia condiciones de sequía en algunas zonas del país, lo cual va a incidir sobre la frecuencia de incendios forestales, que provocan grandes pérdidas a la cobertura de bosque y la mortalidad de flora y fauna (CADETI 2000).

En otros países se ha predicho que los pisos altitudinales (determinados por la altitud, temperatura, humedad y vegetación) se van a trasladar hacia tierras más altas, sin embargo, los

ecosistemas de tierras altas no tendrían sitios más altos hacia donde trasladarse, es decir, desaparecerían. Aunque este es un tema poco tratado en Costa Rica, el IMN ha registrado ya cambios muy marcados en las tierras altas del país (Alvarado 2014, Camacho & Charpentier 2014). Se estima que los cambios serán inducidos por una elevación de los niveles de humedad del suelo, evapotranspiración y sitios de formación de nubes, los cuales afectarán páramos como en el Chirripó y bosques nubosos como en Monteverde (Still, Foster & Schneider 1999). Los ecosistemas costeros también pueden verse muy amenazados: los corales han mostrado alta vulnerabilidad ante el aumento de la temperatura y la acidez del mar, mientras que los manglares están amenazados por el aumento en el nivel medio del mar (MINAE 2015). El cambio climático ya ha impactado de forma alarmante la biodiversidad del país con varios declives de poblaciones, pero el grupo más amenazado son los anfibios (Whitfield et al. 2007), muchos de los cuales han sido afectados por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Puschendorf et al. 2009), e incluso hay algunos como el sapo dorado y la rana arlequín que son considerados extintos.

En el 2015 se oficializó la Política Nacional de Biodiversidad (PNB) mediante el decreto ejecutivo N° 39118-MINAE, publicado en La

Gaceta N° 178, que busca consolidar las acciones implementadas en materia de conservación y uso sostenible de biodiversidad, manteniendo la competitividad en el desarrollo social y económico, mejorando la coordinación y efectividad de la gestión pública relacionada con la biodiversidad, considerando a su vez el cambio climático (MINAE 2015).

10.3 Alteraciones en los medios de vida

Se han identificado varios sectores vulnerables a ser impactados por los efectos del cambio climático, como transportes, industria, energía, etc. (Camacho & Charpentier 2014) No obstante, a nivel de país el sector agropecuario es el que se considera como más vulnerable y con menos adaptabilidad para los escenarios de cambio climático que se plantean (Bouroncle et al. 2015), además de haber sido uno de los más afectados por eventos estacionales asociados al clima entre 2005 y 2011, con alrededor de 18,95 millones de dólares estadounidenses en pérdidas (Flores et al. 2014).

Se han documentado cuatro eventos recientes de sequía correspondientes a 1993-1994, 1997-1998, 2001 y 2009-2010, siendo el de 1997-1998 el que representó las mayores pérdidas con 89,8% del total (Flores et al. 2014). La situación de sequía asociada al fenómeno de El Niño de 1997-1998

causó pérdidas en los cultivos de frijol, café, arroz, pesca, bovinos y caña de azúcar que combinaron 61,83% de los daños totales (MAG 2015).

Las fuertes precipitaciones, los huracanes y los eventos de sequía inducidos y aumentados por el ENOS (tanto el fenómeno de El Niño como el fenómeno de La Niña) producen desbalances en la distribución y cantidad de agua precipitada, generando problemas de inundaciones y pérdida de humedad en el suelo, que repercuten en la producción de alimentos, y en la calidad socioeconómica y ambiental de los distintos sectores del país (CADETI 2000). La vulnerabilidad del sector agropecuario se ve incrementada por la degradación de los suelos, la cual ha sido acelerada por un aumento no planificado de las superficies cultivables (especialmente pastizales), colonización esporádica de pequeñas fincas en zonas montañosas, utilización de zonas frágiles, sistemas de riego mal planeados, diseñados y operados, inadecuada implementación de las leyes de conservación de los suelos, deforestación y mal manejo de los bosques, manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas, eventos naturales extremos y políticas no sostenibles sobre el manejo de los recursos (CADETI 2000).

Según las predicciones del IMN y el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), la disminución de la

precipitación y las aguas de escorrentía superficial son parte del panorama (Alvarado 2014), y el sector agropecuario puede ser uno de los más afectados, al ser el principal consumidor de agua, con alrededor del 70% (Campos 2014). Se espera que el cambio climático afecte las exportaciones agrícolas y la seguridad alimentaria (Bouroncle et al. 2015). Además, la población rural presenta debilidades para adaptarse al cambio climático, debido a las condiciones de acceso a servicios básicos, a la información y a los recursos para la innovación, y a la capacidad de mantener los ecosistemas saludables (MINAET-IMN-PNUD 2011, Bouroncle et al. 2015).

Los 15 cantones catalogados de alta vulnerabilidad son Buenos Aires, Los Chiles, Sarapiquí, Upala, Matina, León Cortés, Cañas, La Cruz, Turubares, Garabito, Osa, Parrita, Hojanca, Corredores y Nicoya (MINAET-IMN-PNUD 2011). En 2013 se aprobó la “Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada” que busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y generar experiencias útiles para otros cultivos y sectores. Esta señala cuáles son las áreas que pierden o ganan zonas aptas para cultivos importantes de consumo nacional al 2030, siendo Guanacaste, Alajuela y Puntarenas los que presentarán las mayores pérdidas, y los cultivos más vulnerables son el café y el frijol (Bouroncle et al. 2015). Otros estudios predicen que las temperaturas al

2030 van a haber aumentado hasta rebasar los máximos rendimientos del maíz, frijol y café (Ordaz, Ramírez, Mora, Acosta & Serna 2010). Se predice que para el año 2050 las pérdidas sobre la producción agropecuaria serían de entre 1% y 2% del PIB, y para el año 2100 de hasta 4% y 12% del PIB, respecto al PIB del 2007 (Ordaz et al. 2010).

El Departamento de Suelos y Evaluación de Tierras del MAG ha logrado hacer una zonificación agroecológica para 25 cultivos (entre los que destacan el arroz, frijol, girasol, cacao, café, cardamomo, cítricos, col, caña de azúcar y macadamia) y 5 grupos de pastos para todo el territorio, incluyendo manuales que orientan dichas prácticas (CADETI 2000). Además, se han logrado llevar a cabo cursos nacionales en capacitación de riego a más de 200 profesionales y técnicos de diferentes instituciones públicas y empresas privadas (CADETI 2000). La zona de Puriscal ha logrado reducir la degradación de los suelos a través de la reforestación por parte de pequeños productores (Feoli 2014). Se ejecutó el proyecto “Evaluación de las necesidades tecnológicas para desarrollar una estrategia de transferencia y difusión tecnológica”, la cual evidenció que se debe invertir en adaptar tecnologías en eficiencia de riego, manejo de cuencas y sector agropecuario (reconocimiento de servicios ambientales, sistemas para reducción de metano) (MINAET-INCAE 2012).

10.4 Conclusiones

Costa Rica ya ha venido experimentando los efectos del cambio climático, con temperaturas que superan los máximos históricos reportados, anomalías en los patrones de precipitación, y el primer huracán registrado en la historia en impactar directamente el territorio nacional.

Existen más de 200 modelos climatológicos y suficiente información en daños causados por eventos hidrometeorológicos para desarrollar planes de manejo, mitigación y adaptación. Los modelos plantean dos escenarios para Costa Rica, uno con tendencia a condiciones secas extremas, y otro hacia condiciones lluviosas extremas. Costa Rica ha realizado importantes esfuerzos en materia de mitigación, sin embargo, el tema de adaptación queda rezagado en comparación. La contribución nacional

determinada incluye futuras acciones de adaptación basada en ecosistemas, manejo integrado de paisajes, manejo integrado de cuencas y ordenamiento territorial municipal.

Las zonas rurales son las más vulnerables a los efectos del cambio climático, debido a su baja capacidad de adaptación, relacionada a su vez con otros indicadores como acceso a la información, servicios básicos y recursos para la innovación.

El sector agropecuario de entre todos los sectores productivos, presenta la más alta vulnerabilidad ante situaciones de sequía, inundaciones y degradación de los suelos.

El país todavía debe invertir mucho en materia de adaptabilidad (particularmente en el sector rural), tecnologías de riego y pagos por servicios ambientales.

11. Eventos naturales extremos y desastres

Costa Rica es un país de origen volcánico submarino y se ubica en el Círculo de Fuego del Pacífico. La subducción de la placa Coco bajo el margen suroeste de la placa Caribeña es responsable de toda actividad sísmica y volcánica en el país (Flores, 2001). Adicionalmente, la ocurrencia de eventos como temporales y huracanes está fuertemente influenciada por la Zona de Convergencia Intertropical, que es “un área en los hemisferios norte y sur donde convergen los vientos alisios, generalmente localizada entre los 10 grados al Norte y Sur del Ecuador geográfico. Es una amplia área de baja presión donde tanto la fuerza de coriolis como la baja presión gradual son débiles, permitiendo la formación ocasional de perturbaciones tropicales” (IMN 2017).

Esta combinación espléndida de factores atmosféricos y de la dinámica geofísica interna y externa del planeta está asociada a la riqueza natural del país, pero igualmente genera una multitud de amenazas —fenómenos físicos con

potencial de daño— y eventos naturales extremos como: inundaciones, sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos, tsunamis, incendios forestales, sequías. El impacto en términos de pérdidas materiales, humanas y ambientales de estos eventos, responde no solo a la intensidad de los mismos, sino también a un conjunto de variables socioeconómicas que premeditan o crean las condiciones para que ocurran, determinan los niveles de pérdidas y daños sufridos, y están estrechamente relacionados con el manejo ambiental del entorno (Maskrey 1993; DARA, 2011).

El proyecto Índice de Reducción del Riesgo de desastres (2009-2010) identifica cuatro impulsores del riesgo, dentro de los cuales se han señalado los factores más significativos para el país:

- I. degradación ambiental y pérdida de servicios ambientales: sobreexplotación del suelo y deforestación
- II. condiciones socioeconómicas negativas y falta de resiliencia:

- pobreza, desempleo, deficiencia o ausencia de infraestructura vial, acceso limitado a servicios de salud e insalubridad ambiental
- III. inadecuada planificación del territorio y uso incorrecto del suelo: ocupación de suelo en áreas inseguras o frágiles; construcción inadecuada de vivienda e infraestructura; falta de cumplimiento de la legislación existente; y
 - IV. falta de gobernabilidad: burocracia, falta de coordinación institucional entre sectores y entre niveles y local/nacional, lo cual a su vez pesa sobre los demás impulsores y factores (DARA, 2011).

En este panorama, las poblaciones marginadas son las más vulnerables a sufrir pérdidas e impactos ocasionados por los desastres. Normalmente asumen los costos de la reconstrucción en los mismos lugares y con las mismas tecnologías. En este sentido, la planificación urbana asume un rol primordial en la mitigación de daños y en la prevención de desastres (Caballero, 2013).

11.1 Fenómenos naturales asociados a desastres

Los desastres se producen en presencia de fenómenos naturales tales como inundaciones, sismos, terremotos e incendios forestales.

Existen dos tipos de inundaciones en el país: las de llanura, provocadas por lluvias prolongadas o temporales y en las que el nivel del agua sube lentamente, dando tiempo a evacuaciones, con pérdidas económicas, como en Parrita y el Caribe; y las inundaciones de montaña, provocadas por lluvias intensas o tormentas severas, con aumentos súbitos de caudal y deslizamientos, pudiendo ocasionar pérdidas en vidas humanas, como en la GAM o Ciudad Neily (Varshon et al, 1990, citado por Vallejos et al, 2012). La mayor incidencia de estos fenómenos se presenta por lo general en los meses de setiembre a diciembre coincidiendo con la estación lluviosa (Vallejos et al, 2012). Como ilustración de lo anterior, Liberia, Carrillo y Santa Cruz se inundan recurrentemente de setiembre a noviembre por el desbordamiento de los ríos de la cuenca del Tempisque (DARA, 2011). Siendo Centroamérica una de las zonas del mundo más vulnerables a los eventos del clima, es de esperar que estos eventos crecerán en intensidad y recurrencia en los próximos años (GAR 2015). Un ejemplo de ello es el Huracán Otto, el primero de su tipo en azotar el país desde 1851, y uno de los más fuertes en un cierre de temporada. Se estima que la recuperación de las zonas afectadas tendrá un costo de 130 mil millones de colones (CNE, 2017).

Un 60% del territorio es montañoso, con condiciones propicias para deslizamientos. Sumado a esto, las malas prácticas agrícolas, carreteras con diseños de talud inadecuados, mal manejo de aguas, cortes en taludes sin protección, hacen que los deslizamientos sea un fenómeno que acompaña a los fenómenos hidrometeorológicos, sismos y terremotos, y que a su vez origen cabezas de agua y flujos de lodo. La mayor incidencia se presenta también en la época lluviosa, entre los meses de agosto a octubre (Vallejos et al, 2012).

Sismos y terremotos son de origen tectónico, por la interacción de las placas Coco y Caribe. Estos movimientos telúricos a su vez también activan fallas locales, las cuales son abundantes en el país. Los desastres provocados por estos fenómenos son temidos por ser abruptos y violentos. Si bien la actividad volcánica no ha cambiado en los últimos milenios, el riesgo de desastres se ha incrementado por la ubicación de las poblaciones en las faldas de los volcanes, atraídas por sus suelos fértiles y belleza escénica entre otros factores. Los meses en que históricamente se han presentado mayor cantidad de sismos de cierta magnitud son abril y diciembre. El terremoto de Limón de 1991 de magnitud 7,7 se considera el más importante del siglo XX por la cantidad de daños y pérdidas: 48 fallecidos, 309 km de carreteras, 92 km² de líneas férreas, 65 km² de

bosque virgen, un área total de 8.000 km² afectada. Se dice que hay un antes y un después de este terremoto.

Luego de acaecido el mismo se tomaron una serie de acciones encaminadas a la prevención y mejor atención de este tipo de emergencias: la publicación del Plan Nacional de Emergencia, el desarrollo de comités regionales y locales de emergencia, programas educativos, comités asesores técnicos, planes de vigilancia de cuencas, entre otras (Alvarado et al, 2014; Vallejos et al, 2012). El evento considerado como el segundo más fuerte, de magnitud 7,6 sentido en toda Centroamérica, es el de Sámara del 5 de setiembre de 2012. Entre ese día y el 5 de octubre se sintieron 92 sismos de unos 920 según reportó la RSN (Linkimer y Soto, 2012).

Otro terremoto importante y más reciente, es el de Cinchona del 8 de enero de 2009 y de magnitud 6,2 que acaeció en medio de un periodo de profusa sismicidad. El 7 de enero se presentaron 40 eventos precursoros de magnitudes entre 2,5 y 4,6. Del 8 al 11 de enero fue seguido por 272 réplicas con magnitud entre 2,5 y 4,5 la mayoría de las cuales fueron originadas por la falla Ángel-Vara Blanca. Entre el 12 y el 13 de enero fueron sentidos fuertemente tres sismos originados en la región de Toro y Fraijanes-Carrizal, y el 15 de enero se sintió una secuencia de 6 eventos originados en la región del volcán

Cacho Negro. Todos estos eventos generaron más de 180 deslizamientos (Barquero, 2009).

Los volcanes que históricamente se han mantenido activos son: Irazú, Arenal, Rincón de la Vieja, Poás y Turrialba, cada uno con características eruptivas diferentes, y al menos tres de ellos con un área de influencia en el Valle Central, donde se concentra la mayoría de la población costarricense. El Poás y el Irazú son los volcanes con más alta visitación turística. Las erupciones del volcán Irazú, ocurridas entre 1963 y 1964, cuyo efecto principal fue la caída de ceniza, afectó una región calculada en doscientos setenta mil manzanas, dañó cultivos como el café y lecherías, e hizo colapsar todo el sistema de alcantarillado de San José; las pérdidas se calcularon en 400 millones de colones de entonces.

Por otro lado, las erupciones del volcán Arenal ocurridas en 1968, por ser de carácter explosivo han sido las más destructivas. Arrasó con los pueblos de Tabacón, Pueblo Nuevo y El Castillo, causó la muerte de 87 personas y de 30 mil reses de ganado, con pérdidas que para ese año se calcularon en 35 millones de colones. Este volcán es considerado el más activo en toda América Latina, uno de los 16 más activos en el mundo y ha tenido otros periodos eruptivos en 1984, 1998 y 2000. De hecho, tuvo 42 años de actividad eruptiva continua, aunque no manifiesta explosiones ni coladas de

lava desde enero 2010.

En la coyuntura actual resalta la actividad eruptiva de los volcanes Turrialba, Poás y Rincón de la Vieja, cuyos efectos se dan principalmente en la rica flora y fauna que caracteriza esas zonas protegidas cercanas a los cráteres, en la actividad agrícola y turística de las áreas de influencia más cercanas. En la población el efecto se manifiesta en problemas respiratorios y alergias, pero con el tiempo el riesgo está en la acumulación de ceniza en los cauces de ríos que con las lluvias y el efecto de gravedad puede generar flujos de lodo que tienden a dañar la infraestructura. El volcán Turrialba comenzó su actual periodo eruptivo de ceniza y flujos piroclásticos desde el 5 de enero del 2010, siendo más activo entre 2010 y 2014. La lluvia ácida y cenizas han afectado cultivos y ganado, siendo esta una zona eminentemente agropecuaria y de turismo rural ecológico. El volcán Rincón de la Vieja presentó mayor actividad en 1998 y entre 2011 y 2014. En cuanto al volcán Poás, su actividad eruptiva más reciente comenzó en 2016, con periodos eruptivos importantes en 1989-1991, 1994, y 2006-2009 (Alvarado et al, 2014; Vallejos et al, 2012; DARA, 2011)

El impacto de estos fenómenos naturales se ve acrecentado por factores de origen antrópico, tales como la forma del crecimiento urbano, el aumento de la concentración urbana, la

fragmentación social y territorial, la profundización de la pobreza y la ausencia de procesos de planificación urbana sistemáticos o adecuados. Los procesos de planificación urbana en el país comenzaron apenas en la década de los sesentas (Caballero, 2013; Araya et al, 2015).

11.2 Impacto de los desastres

Para el período 1988-2009, Costa Rica presentó pérdidas por impacto de los desastres naturales de un total de 1.823,3 millones de dólares constantes de 2006. Esta cifra solo contempla daños directos. Si se agregaran los daños indirectos, el monto final probablemente se duplicaría. La mayoría de daños fue causada por eventos hidrometeorológicos, 34 eventos (82,9%) por exceso de precipitación—con pérdidas por 1.053 millones de dólares, equivalentes al 57,8 % del total— y 2 por sequía. Cinco sismos con potencial destructor representaron el 12,2% de los eventos del período, pero el 36% de las pérdidas totales, equivalentes a 659,2 millones de dólares. El 22% de los daños corresponde al terremoto de Cinchona. Los eventos de sequía representaron 107,5 millones de dólares de pérdidas, un 5,90% del total. Cada evento de exceso de precipitación representó en

promedio pérdidas por 33 millones de dólares; cada evento de sequía 54 millones de dólares; y cada evento sísmico 132 millones de dólares. El valor promedio anual de pérdidas fue de \$ 187 millones de dólares, lo cual pudo haberse reducido de haber invertido más en prevención y reducción del riesgo (Flores et al, 2010; Flores, 2010 citado por Araya et al, 2015).

Para el período 2005-2011, las provincias de Alajuela, Puntarenas, San José, Guanacaste y Limón acumulan más de 100 millones de dólares en pérdidas cada una (MAG/MIDEPLAN, 2013).

Los daños directos expresados en dólares del 2015 de eventos extremos declarados emergencia nacional ocurridos en el período 2005-2016 ascienden a un total de 2.398.128.759,42. Estos 21 eventos climáticos incluyen 2 sequías, 2 sismos y 2 incendios. El resto son fuertes precipitaciones, incluido el paso del primer huracán en la historia costarricense. El evento que generó las mayores pérdidas fue el terremoto de Cinchona, más de 675 millones de dólares, de los cuales el 73% corresponde a daños en la planta de generación hidroeléctrica de Cariblanco (Cuadro 1). Este sismo dejó pérdidas por 379,93 millones de dólares en Alajuela y 38,36 millones de dólares en Heredia. Los sectores con pérdidas superiores a 5 millones de dólares por el evento geotectónico son: Sistema Eléctrico

(US\$308,15 millones), Ambiente (US\$47,82 millones), Vivienda (US\$ 30,81 millones), Infraestructura Vial (US\$16,37 millones) y Agropecuario (US\$9,30 millones) (MAG/MIDEPLAN, 2013). Estas pérdidas corresponden en un 61% a inversiones públicas y representan entre un 0,3-1,8% del PIB anual y entre un 18-32% del gasto de capital anual del sector público. Estas cifras no contemplan verdaderos procesos de reconstrucción y rehabilitación, que quedan siempre muy por debajo del nivel de reposición (Flores et al, 2010). Si se considera el periodo 2005-2016, las pérdidas acumuladas representan un 4,75% del PIB nacional del año 2016, un 99,4% del total de los gastos de capital del 2015, un 56.4% de la recaudación del año 2015 (MG, Vallejo, 2017). Estas estimaciones solo incluyen las pérdidas directas; no contemplan el impacto de las pérdidas por valor de reposición, indirectas o lucrocésante, ni los impactos ambientales, pérdidas del sector privado y otros hoy no cuantificados, que podrían duplicar o triplicar las cifras.

Históricamente la infraestructura vial, particularmente carreteras y puentes, es la más vulnerable a eventos extremos, representando casi el 35% de las pérdidas totales. Las viviendas y la producción agrícola le siguen en importancia. Existe un subregistro en la información respecto de las afectaciones en el sector empresarial y el ambiente, por lo que las pérdidas parecen bajas pero en realidad no es así. Los datos de daños en edificios públicos son bajos, quizás porque tanto el Ministerio de Educación como la Caja Costarricense de Seguro Social han realizado significativos esfuerzos para el reforzamiento de la infraestructura, e incluido factores de riesgo en el planeamiento de obra nueva. Ello repercute en una tendencia a la disminución de pérdidas en este ámbito. En el caso de eventos sísmicos, las obras de generación de energía suelen presentar pérdidas importantes. El Instituto Costarricense de Electricidad ha recurrido a los seguros como mecanismo de protección financiera (Cuadro 2).

Recuadro 8 Síntesis del paso de la tormenta NATE por Costa Rica.

El Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN), emite el 03 de octubre del año 2017 el primer Informe mediante el cual comunica el desarrollo de un sistema de baja presión en el suroeste del Mar Caribe, el cual generaría fuertes lluvias en el país en los siguientes días. A partir de ese momento inicia la vigilancia del fenómeno y la activación de las alertas. En la noche del mismo día el IMN informa que el sistema de baja presión se encuentra a 330 km de las costas de Limón y se fortalece; con esto se prevé el ingreso de humedad al país e inestabilidad en la atmósfera, esto incrementará las condiciones lluviosas en el Pacífico, Valle Central y Zona Norte. En la región costera del Caribe (Provincia de Limón) se preveían muy pocas precipitaciones.

Desde el 21 de setiembre, gracias a la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical, el país había sufrido fuertes precipitaciones que provocaron eventos de desbordamiento de cauces, deslizamientos y la saturación de suelos, con diversos incidentes de emergencia de ámbito local, de tal manera que estas condiciones previas resultaron favorables para que el nuevo fenómeno resultara en un evento de desastre intenso.

Un día después del primer informe por parte del IMN, el fenómeno se convierte en la Depresión Tropical # 16 (DT), localizándose a 280 km de Limón. La tendencia de ese momento es que se fortalezca y alcance la categoría de Tormenta Tropical, favoreciendo la inestabilidad y las precipitaciones en la Vertiente del Pacífico y el Valle Central, con tormentas eléctricas aisladas y ráfagas de viento de moderadas a fuertes en las partes montañosas del país.

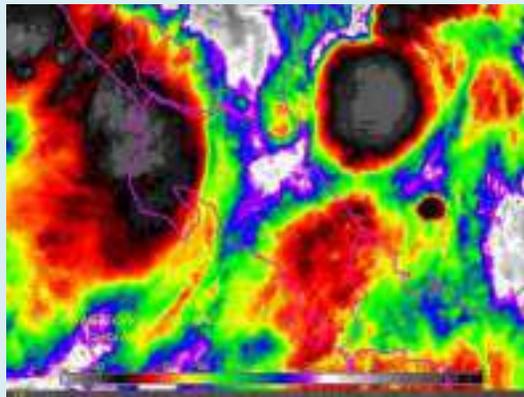
Al 04 de octubre, a causa del efecto indirecto de la Depresión, se presentan intensas precipitaciones en todas las regiones de la Vertiente del Pacífico y lluvias ocasionales en el Valle Central. El fenómeno mantiene el desplazamiento al noroeste, con condiciones favorables para convertirse en Tormenta Tropical. Para la noche ya varios ríos están desbordados.

Gráfico 1

Tormenta Tropical Nate en Costa Rica

Fotografía infrarrojo sobre el país el 05 de octubre, 2017

Fuente: IMN, 2017



El 05 de octubre la DT #16 pasa a categoría de Tormenta Tropical (TT), con nombre Nate; se desplaza por la costa Nicaragua, entre Puerto Cabezas y el Golfo de Honduras, al norte de Limón, con vientos sostenidos de 65 km/h, y a una velocidad de desplazamiento de 15 km/h con dirección al Golfo de México. Este sistema mantuvo su influencia indirecta sobre el país generando condiciones de temporal severo en el Pacífico y Valle Central y de manera más aislada en la Zona Norte y el Caribe. En los sectores montañosos los acumulados de lluvia de las últimas 24 horas rondaron los 300mm, mientras que en Guanacaste superan los 400mm, saturando los suelos en todos estos lugares.

En toda la vertiente del Pacífico se reportó el desbordamiento de ríos y deslizamientos, pero también en la Vertiente del Caribe se reportan ríos crecidos y desbordados. Para la mañana del 06 de octubre, conforme la tormenta se acercó a la Península de Yucatán, se percibe una disminución de la influencia sobre el territorio nacional lo cual contribuyó a una disminución de las precipitaciones.

El 07 de octubre, Nate adquiere la categoría de Huracán, ubicado en el Golfo de México, se desplaza a 35 km/h en dirección NNO, a 400km de la desembocadura del río Mississippi en Norteamérica, con vientos sostenidos de 135 km/h y ya no tiene influencia sobre territorio continental costarricense, aunque sí sobre la región marítima del Pacífico.

Gráfico 2

Intensidad de las Precipitaciones en Costa Rica, en MM

Fuente: IMN: 2017

Alcance y Cobertura del Evento de Desastre

El paso de la TT Nate por la Cuenca del Caribe tuvo un efecto indirecto de lluvias, vientos y

marejadas en el territorio costarricense. Las estimaciones del IMN indican que siendo octubre el mes más lluvioso de toda la estación, en esta ocasión llovió en dos días lo que llueve en todo el mes de octubre. Al respecto Werner Stolz, Jefe de Pronósticos del IMN, dijo lo siguiente: "...fue un temporal de gran envergadura y dejó en promedio lluvias de 400 litros por metro cuadrado en el Valle Central durante 48 horas... (La Nación: 15/10/2017)

Las lluvias intensas, vientos y marejadas, ocasionaron eventos de inundación y deslizamientos en diversos puntos, con una cobertura de afectación que alcanzó el 85% del territorio nacional, no obstante, las afectaciones severas se concentraron en un 45% de este territorio, abarcando 38 cantones y 642 comunidades, documentados hasta el 13 de octubre. El Gráfico 2, siguiente, refleja el territorio del país que se mantuvo en estado de alerta roja durante el impacto de Nate.



Gráfico 3

Territorio de Costa Rica en Estado de Alerta, al 07 de Octubre, 2017

Fuente: CNE, 2017

Desde el punto de vista del análisis histórico los efectos de esta tormenta son semejantes a otros eventos ciclónicos que se han desplazado por la Cuenca del Caribe, tales como el Huracán Johan



(1988), Cesar (1996) y Mitch (1998) y muy recientemente la Tormenta Tropical Tomás (2010) cuyo efecto mayor para el país siempre ha ocurrido en la Vertiente del Pacífico y el Valle Central, con una cobertura geográfica similar, así como similares son los sectores y la naturaleza de daños que provoca, especialmente por inundaciones y deslizamientos. Valga señalar que Costa Rica es un territorio con una gran red hidrológica altamente afectada por la acción del ser humano, con cauces de ríos que corren a dos vertientes y una subvertiente, los que discurren sobre centros de población que comprometen los cauces con basuras, deforestación y otras similares. En todos los casos, un fenómeno climático que provea lluvias intensas tiene un impacto relevante en el comportamiento de dicha red y las comunidades a su paso.

Declaración del Estado de Emergencia

El Poder Ejecutivo declaró el estado de emergencia, mediante Decreto Ejecutivo N° 40677-MP en 76 cantones del país, el Cuadro 2 es el desglose de los cantones incluidos en ese Decreto.

CUADRO 1

Provincias y Cantones Cubiertos por la Declaratoria de Estado de Emergencia

PROVINCIA	CANTONES
San José	San José, Escazú, Desamparados, Puriscal, Turrazú, Aserrí, Mora, Goicoechea, Santa Ana, Alajuelita, Vásquez de Coronado, Acosta, Tibás, Moravia, Montes de Oca, Turrubares, Dota, Curridabat, Pérez Zeledón y León Cortés.
Alajuela	Alajuela, San Ramón, Grecia, San Mateo, Atenas, Naranjo, Palmares, Poás, Orotina, San Carlos, Zarcerro, Valverde Vega, Upala, Los Chiles, Guatuso y Río Cuarto.
Cartago	Cartago, Paraíso, La Unión, Jiménez, Turrialba, Alvarado, Oreamuno y El Guarco.
PROVINCIA	CANTONES
Guanacaste	Liberia, Nicoya, Santa Cruz, Bagaces, Carrillo, Cañas, Abangares, Tilarán, Nandayure, La Cruz y Hojancha.
Puntarenas	Puntarenas, Esparza, Buenos Aires, Montes de Oro, Osa, Quepos, Golfito, Coto Brus, Parrita, Corredores y Garabito.

Fuente: Decreto Ejecutivo 40677-MP, Gobierno de Costa Rica, 2017.

Evaluación Inicial de los Daños

Los daños ocurridos están asociados principalmente al efecto de las lluvias intensas sobre el territorio, que ocasionaron la saturación de los suelos, el desbordamiento de ríos y el colapso de alcantarillas. Como resultado de lo anterior, amplias zonas del país se inundaron y ocurrieron gran cantidad de deslizamientos a orillas de los ríos, en taludes de carreteras y en zonas urbanas. Los principales datos de la emergencia, desarrollados con base en las evaluaciones preliminares se presentan en el Cuadro 3.

El resultado en términos de daños o pérdidas directas es cuantioso, sin que se pueda contar con un dato definitivo basado en el levantamiento de información en el campo, pues algunos sitios aún se encuentran bajo el agua. Las estimaciones actuales son preliminares basadas en lo que a la fecha se ha documentado de esta emergencia de los cantones afectados y la proyección de los datos históricos de eventos similares en su naturaleza y cobertura.

Desde el punto de vista de los recursos financieros, la primera respuesta ha sido abordada con recursos propios de las instituciones. Solo la CNE ha invertido de recursos del Fondo Nacional de Emergencia cerca de 2.5 millones de dólares, tanto para la asistencia humanitaria como para el apoyo a las municipalidades en el alquiler de maquinaria para labores de rehabilitación de carreteras, entre otros.

CUADRO 2

Efectos Ante el Paso de la TT Nate en Costa Rica, Datos Preliminares al 13 de Octubre, 2017

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Incidentes recibidos en el Sistema 9-1-1	5.698
POBLACIÓN AFECTADA	
Población puesta bajo alerta	4.451.364
Muertes	14
Desaparecidos	2
Población en albergues	11,517
Población rescatada o evacuada	3,074
Albergues habilitados	179
Población con servicio de agua potable interrumpido	218.756
Animales muertos o desaparecidos	303.991
INFRAESTRUCTURA	
Sistemas de agua afectados	199
Averías eléctricas reportadas (casas)	141.000
Carreteras de rutas nacionales con daños	117
Puentes con daños diversos	423
Edificios de salud (anegados)	26
Centros educativos	7
Hectáreas de producción agrícola (anegamiento)	113.119
Unidades de producción agrícola	1.194

Fuente: C. Picado, 2017 con base en Informe de la CNE, del 13 de octubre, 2017.

Fuente: Elaborado por Alvaro Montero y Carlos Picado, a partir de información CNE, 2017

En el caso del terremoto de Cinchona del 8 de enero de 2009, el área más afectada fue de unos 20 km² y estaba casi despoblada, solo con dos o tres pequeños caseríos. La mitad de las muertes ocurrieron en una soda con problemas constructivos y ubicada en una pendiente pronunciada. Otros factores del daño fueron: elevadas pendientes, saturación de humedad en los suelos, suelos de origen volcánico de baja consistencia, régimen hídrico de la zona y abundancia de quebradas y ríos, contribución de la deforestación a la inestabilidad de los terrenos, sobreuso del suelo en los poblados Los Cartagos y Cinco Esquinas, inestabilidad de terrenos y laderas, altos niveles de precipitación (entre 3.259,6 mm y 4.118,3 mm), erosión por pastoreo, barrancos, sismos históricos, fallas geológicas, inundación por acumulación de basura en los cauces, uso del suelo inadecuado, ubicación de viviendas y carreteras en lugares de fuerte pendiente, diseño y material de edificaciones con problemas estructurales que no siguieron el código sísmico.

Ello significará un importante rezago social para unos 50 mil habitantes de escasos recursos, limitado acceso a educación y poca organización social. El principal daño se dio en lecherías, cultivos (ornamentales y fresas), turismo, biodiversidad acuícola, bosque y más de 180 deslizamientos. En obras de energía eléctrica, el sismo impactó los

proyectos hidroeléctricos Cariblanco, Toro I y Toro II, además de 136 kilómetros de redes de distribución y 4 plantas privadas. Se reportaron 287 averías y a 11.700 de 13.300 clientes se les restableció el fluido eléctrico en menos de 24 horas. Se declararon 781 viviendas con daño total y más de 1.500 con daño parcial o leve. Todas contaban con permisos de construcción. Catorce puentes fueron afectados. Uno de ellos fue reemplazado en 3 ocasiones en el plazo de un mes, dejó de caerse cuando se cambió el diseño. Las carreteras, sin embargo, se reconstruyeron en los mismos tramos (Barquero et al, 2009).

Por su parte, el terremoto de Sámara del 5 de setiembre de 2012 dejó daños en 20 cantones, principalmente en la península de Nicoya, Puntarenas, Grecia, Naranjo y Valverde Vega. Entre los daños se contabilizan: 240 personas en albergues en Guanacaste y Alajuela, 15 carreteras, 38 puentes, 33 edificios de salud, 1990 viviendas, 56 centros educativos, 7 acueductos rurales, 5 líneas de transmisión, 7 subestaciones, 306 radiobases de telefonía, levantamiento de costa en Carrillo, Sámara, Buena Vista y Playa Pelada, licuefacción en Carrillo, Guiones, Nosara y Ostional, activamiento de fallas locales (Linkimert y Soto, 2012).

El huracán Otto de finales de noviembre de 2016 dejó a su paso 10 fallecidos, 10 000 personas afectadas

y 16.000 casas dañadas, además de 2.778 kilómetros de carretera afectados (CRHoy, 2017).

11.3 Afectación y pérdidas humanas

El número de muertes por desastres asociados a eventos extremos es reducido. En el periodo de 2005 a 2016, los eventos que provocaron un número de muertes relevante fueron: el terremoto de Cinchona (2009), con 22 muertos y 17 desaparecidos, el paso de la Tormenta Tropical Thomas (2012), con 28 muertos y un desaparecido y, el Huracán Otto (2016), con 10 muertos.

El Cuadro 3 presenta lo referente a la afectación humana de los eventos de desastre del periodo, entendida esta en los términos resueltos por el Equipo de Expertos en Indicadores de Riesgo y Terminología convocado por Las Naciones Unidas: “personas directamente afectadas atribuido a los desastres (heridos, enfermos, con daños en vivienda o en sus medios de vida y que han requerido la asistencia humanitaria)” (ONU 2015). Las columnas de Afectados, Reubicados, Evacuados y Damnificados, son estimaciones. Del total de 195 muertes, 102 ocurrieron por deslizamientos o avenidas torrenciales, asociados a eventos de lluvia pronunciada como de sismo. Los registros podrían estar duplicados

o triplicados en el caso de eventos reiterados como inundaciones que ocurren en los mismos sitios. Por lo general, la afectación más significativa involucra a la población pobre y en extrema pobreza, que por su condición económica tiende a asentarse en terrenos de bajo valor y alta peligrosidad, cercana a ríos y taludes o terrenos ambientalmente muy degradados, además en edificaciones mal construidas y en hacinamiento. De la vinculación de los programas sociales del Estado con los lineamientos de la Política Nacional de Gestión del Riesgo, surge la posibilidad de que los mecanismos de compensación social contribuyan a reducir el grado exposición de estas poblaciones a los factores de amenaza, a la vez que se generan condiciones para una recuperación ante desastres que involucre la mejora de las condiciones de vida y el ascenso social de estos grupos de población.

11.4 Asistencia externa recibida

Costa Rica no es objeto de la asistencia internacional para la recuperación ante desastres. Las ayudas internacionales que ha recibido se limitan a apoyos muy específicos en asistencia humanitaria de gobiernos y organismos para la primera respuesta a las emergencias. Algunas ONG´s y agencias de las

Naciones Unidas desarrollan proyectos de corto alcance y bajo presupuesto generalmente de fortalecimiento de capacidades en comunidades específicas que si bien resultan en un alto beneficio local, no se consideran inversión en obra; de tal modo, en lo que se refiere a la recuperación de la infraestructura y servicios dañados casi toda la inversión corresponde a recursos del Estado. Empíricamente se ha observado un comportamiento similar en el contexto ambiental, algunas iniciativas de reforestación o similares muy específicas posteriores a eventos extremos.

Excepcionalmente, el Gobierno de Dubái donó la suma de 10 millones de dólares que serán empleados para la recuperación de los sistemas de agua rural afectados por el Huracán Otto. Este es el monto más significativo de ayuda internacional que ha recibido el Estado Costarricense en todo el periodo de análisis. El apoyo financiero recibido por medio del Fondo Nacional de Emergencia del año 2010 al 2016, por parte de organismos internacionales para la respuesta a emergencias se resume en el Cuadro 4.

Adicionalmente y de forma muy puntual, Costa Rica ha recibido asistencia en especie durante la atención de los desastres, la cual llega a través de diversos canales, por ejemplo, grupos religiosos que ayudan a sus homólogos, ONGs entre sí, o las sociedades de Cruz Roja en el

mundo a la Cruz Roja Costarricense, también países amigos y agencias de cooperación al gobierno de turno. La ayuda más común ha sido el envío de medios aéreos, dado que el país típicamente ha adolecido de este tipo de transporte, que resulta de mucha utilidad en situaciones de atención de emergencias. A manera de ejemplo, del 22 de noviembre al primero de diciembre del año 2016 durante el Huracán Otto, se dispuso de 29 aeronaves y se movilizaron más de 134 toneladas en 380 misiones. De ese total, el 64,2% de las misiones fueron realizadas por los equipos internacionales, los que a su vez movilizaron algo más del 68% del total de la carga (Romero, 2017).

11.5 Desastres y emergencias tecnológicas

Se denomina desastres y emergencias tecnológicas a las explosiones o derrames de materiales peligrosos inesperados, tales como las sustancias químicas o gases, o la exposición a radiaciones ionizantes o agentes biológicos, con graves repercusiones en la salud humana y el ambiente. Los mismos se vienen incrementando en el país desde los ochentas (Vallejos et al, 2012; CNE, 2002). Pueden originarse en la producción, formulación, manipulación, envasado, transporte, comercialización, almacenamiento y disposición final de materiales

peligrosos o agentes biológicos, o como consecuencia de un evento natural. Las emergencias pueden ser súbitas o de desarrollo progresivo, y los efectos pueden incluso manifestarse en el largo plazo. Las víctimas suelen presentar el mismo efecto tóxico y convertirse a su vez en fuentes de contaminación. La

atención de estos desastres y emergencias es muy especializada según el material peligroso en cuestión, y la potencial magnitud del daño puede reducirse mediante sistemas eficientes de prevención, control y monitoreo, alerta y alarma, así como protocolos de respuesta (CNE, 2002).

Recuadro 9 Plan nacional de contingencia de costa rica para enfrentar derrames de hidrocarburos en el mar

Este Plan Nacional de Contingencia de Costa Rica (PNC), es una herramienta que brinda los insumos necesarios para mitigar y/o enfrentar cualquier tipo derrame de hidrocarburos en el mar. El propósito de este PNC es definir, encauzar y coordinar las responsabilidades para la respuesta operativa ante emergencias marítimas, que pudieran tener como resultado derrames de hidrocarburos en el medio marino y potencialmente causar un daño a Costa Rica, a sus habitantes, a sus aguas territoriales, a sus costas y a la vida marina. Es efectivo para el Mar territorial, la Zona Contigua y la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica, tanto en el océano Pacífico, como en el Mar Caribe. Su enfoque en cuanto a la administración de la respuesta también será efectivo para derrames de hidrocarburos u otros productos petrolíferos nocivos en cualquier medioambiente acuático del interior del país, una vez que se le hagan las adaptaciones que corresponda.

RESPUESTA ESCALONADA DERRAMES EN EL MAR

Derrame grande	NIVEL TRES	NIVEL TRES	NIVEL TRES
Derrame medio	NIVEL DOS	NIVEL DOS	NIVEL TRES
Derrame Pequeño	NIVEL UNO	NIVEL DOS	NIVEL DOS
	Local*	Vecindad**	Remoto***
PROXIMIDAD DE LAS OPERACIONES			

* El derrame se desarrolla en una instalación portuaria.

** El derrame se desarrolla más allá de una instalación portuaria, principalmente donde la respuesta no se puede brindar de una forma inmediata, a una distancia máxima de tres millas náuticas.

*** El derrame se desarrolla fuera de una instalación portuaria y zona vecina, a más de 3 millas náuticas.

Para asegurar una respuesta oportuna y efectiva a un derrame o amenaza de derrame de hidrocarburos de petróleo en los mares de Costa Rica, este PNC:

- a) Establece sistemas de notificación, alerta y evaluación ante un derrame de hidrocarburos de petróleo.
- b) Identifica la cadena de mando y las responsabilidades relacionadas, incluyendo la autoridad nacional competente y la organización nacional de respuesta a un derrame de hidrocarburos de petróleo.
- c) Establece un procedimiento de reporte o notificación de incidentes, relacionado con un derrame de hidrocarburos de petróleo.
- d) Identifica la dimensión del derrame que puede enfrentarse a nivel nacional.
- e) Identifica las áreas de alto riesgo ante las probables fuentes de derrames de hidrocarburos de petróleo.
- f) Identifica las áreas costeras sensibles desde el punto de vista ambiental, los recursos vulnerables en riesgo y las prioridades de protección ante un derrame de hidrocarburos de petróleo, con los recursos actuales, así como la necesidad de desarrollar los denominados mapas de sensibilidad costera actualizados y con el uso de las nuevas tecnologías.
- g) Identifica los equipos para el combate de derrames de hidrocarburos de petróleo, las instalaciones de apoyo logístico y las capacidades de comunicación disponibles en Costa Rica.
- h) Identifica las fuentes externas de asesoramiento experto y equipos y establece los procedimientos para convocarlos, así como para su rápido ingreso y salida de Costa Rica.
- i) Explica los problemas a enfrentar ante un derrame de hidrocarburos de petróleo y las técnicas para dar una respuesta apropiada.
- j) Establece la necesidad de identificar oportunamente las instalaciones para el almacenamiento de los hidrocarburos de petróleo recuperados, así como los métodos de eliminación.
- k) Establece la necesidad de adoptar una política de aplicación de dispersantes e identifica los dispersantes que se pueden utilizar.
- l) Establece la necesidad de adoptar políticas sobre la técnica de quemado de los hidrocarburos de petróleo in situ.

Este PNC es aplicable en el caso de derrames de hidrocarburos en el mar provenientes de todas aquellas actividades que involucren el manejo de dichas sustancias y que sean realizadas por buques, artefactos navales, plataformas de explotación petrolera, puertos, instalaciones portuarias de manipulación de hidrocarburos, terminales petroleras, monoboyas o multiboyas de anclaje y oleoductos costeros, en todas las aguas marítimas navegables de la Nación, que sirvan al tránsito y comercio nacional e internacional y en cualquier otro ambiente del interior del país.

Fuente: Elaboración propia a partir de insumos de Dirección de Hidrocarburos, Ministerio de Ambiente y Energía

En la GAM las amenazas sobre asentamientos humanos provienen mayormente de industrias que utilizan gas cloro, ácido nítrico y clorhídrico. Respecto del ambiente, pero también de agua utilizada para consumo humano, un 87 % de las industrias en San José se encuentran sobre aguas subterráneas, 33 % en Alajuela, 83 % en Heredia y 88 % en Cartago. En algunos casos el nivel freático es muy alto. Aunado a esto, el 96% de las industrias están establecidas en suelos que presentan permeabilidades de moderadas a buenas, lo cual determina un alto potencial de contaminación de mantos acuíferos en caso de un incidente. Un promedio de 2,7 eventos por mes fueron atendidos en la GAM por la Unidad de Materiales Peligrosos (MATPEL) para el periodo 1998-2005, relacionados con gas amoníaco y gas licuado de petróleo (GPL) (Sánchez et al, 2013).

No existe verdadera capacidad de respuesta ante este tipo de desastres, ni siquiera del sector salud. Tampoco se han establecido programas de prevención de este tipo de accidentes, si bien la CNE cuenta

con un Comité Asesor Técnico de Emergencias Tecnológicas, integrado por distintas instituciones que ha llevado a cabo procesos de capacitación y preparación, ante emergencias químico-tecnológicas, con los comités locales y el personal de las instituciones de respuesta (Sánchez et al, 2013).

Regularmente, en Costa Rica ocurren accidentes de carácter muy diverso de origen tecnológico, entre los que destacan los accidentes de tránsito, incendios estructurales y forestales, derrames de sustancias peligrosas, como por ejemplo combustibles, fugas de gas licuado de petróleo y el colapso de estructuras. Las acciones de atención de emergencias químicas o limpieza luego de fugas, derrames o explosiones generan residuos líquidos, los cuales, muchas veces, son vertidos a cuerpos de agua superficial. Los principales ríos afectados son: Ciruelas, Virilla, Turales, Bermúdez, Torres, Tíribí, Chiquito y Taras (Sánchez et al, 2013). Varios incidentes destacan en importancia debido a los daños ocasionados (ver Recuadro).

Recuadro 10 Principales eventos y su impacto en Costa Rica

Entre el 13 y el 25 de julio de 2001, 7.710 personas sufrieron disentería, porque el agua del acuífero que abastece a 250.000 personas y que suple la planta del Puente de Mulas en San Antonio de Belén apareció contaminada con materia fecal, producto de una crecida del río Virilla, incidente que podría volver a ocurrir (La Nación, julio 2002).

El escape de gas cloro en la empresa Irex en junio del año 2002, afectó al menos a 1.200 personas: 60 fueron trasladadas a varios hospitales en condición regular y otras 15 fueron declaradas en categoría roja, es decir, graves (La Nación, junio 2002).

En septiembre del 2004 se detectó una contaminación de aguas subterráneas por hidrocarburos (diesel, gasolina y aceites) en el pozo AB-1089 de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), ubicado en Barreal de Heredia. Posteriormente se determinó que la contaminación había sido causada por un derrame desde los tanques o tuberías de una gasolinera adyacente. El problema fue de tal magnitud que implicó la llegada al país de los Dres. Lee Thomas y Jacqueline Marie Jack, expertos en remediación de accidentes de contaminación con hidrocarburos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Entre sus recomendaciones señalaron la limpieza de combustible en el pozo lo que le costó ₡1.200 millones al AyA, luego sellar con cemento el pozo AB-1089 y cualquier otra perforación que pudiera estar conectada con él, para proteger el acuífero Colima Superior, que abastece a más de 300.000 personas en la Gran Área Metropolitana (La Nación, octubre 2015).

El 11 de noviembre de 2005, la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) halló hidrocarburos en los dos pozos de agua subterránea que utiliza para producir el 80% del suero de los hospitales públicos, ubicados en Belén de Heredia a 1,4 kilómetros al oeste de la contaminación con combustibles detectada en otro pozo de Barreal. Aunque el nivel hallado era menor al máximo recomendado, la entidad decidió no correr riesgos tratándose de agua para uso terapéutico (La Nación, noviembre 2005).

El incendio de las instalaciones de la Empresa Químicos Holanda en Moín de Limón el 13 de diciembre de 2006, cuya explosión en cadena provocó cinco heridos graves, de los cuales dos murieron, la atención de 48 pacientes y la necesidad de albergue para 360 personas. El daño ambiental fue relevante dado que el incendio afectó el ecosistema y la calidad del agua (naciente, río Moín, laguna y quebrada), la calidad del aire y del suelo, la riqueza biológica y los bosques. 20 mil habitantes sufrieron dos meses la suspensión del suministro de agua potable por parte de Acueductos y Alcantarillados. Según un informe técnico del Tribunal Ambiental Administrativo (TAA), el estado costarricense podría cobrar ₡3.514 millones a la empresa por los daños causados en ese incendio. Tan solo 18 meses antes, el 12 de julio de 2005 había habido un incendio en el Hospital Calderón Guardia con 19 personas fallecidas (Al Día 2008; Vallejos et al, 2012).

Fuente. Reconstrucción de hechos a partir de un análisis de medios de comunicación

11.6 Conclusiones

Es evidente la magnitud de las pérdidas directas por fenómenos naturales. Por ahora las instituciones competentes no incorporan en sus registros los daños indirectos (MAG/MIDEPLAN, 2013). No existen metodologías ni procesamiento de la información en forma estandarizada entre las distintas instituciones, lo cual dificulta el cálculo de los daños directos e indirectos (Sánchez et al, 2009). Estos daños tienen un peso relativo alto en el PIB y en el gasto público de capital.

El proceso de recuperación posterior a los desastres puede provocar un importante rezago en el desarrollo de nuevas inversiones estratégicas para el país (MAG/MIDEPLAN, 2013), sobre todo porque no se lleva a cabo hasta lograr una reposición total.

El costo continúa en aumento y será la tendencia ante fenómenos hidrometeorológicos frecuentes y estacionales. Por ello, es imperativo generar las capacidades para reducir el impacto de los eventos de lluvia en el marco de la planificación ordinaria de las instituciones del Estado y gobiernos municipales.

Muchas veces la severidad de los daños depende más de los procesos de urbanización que de la amenaza en sí misma. Realizar cambios sustantivos en las formas de

ocupación del suelo urbano, disminuiría la vulnerabilidad y los riesgos asociados a desastres naturales derivados de deficientes sistemas constructivos, la ocupación de zonas de riesgo, la deforestación, la desestabilización de suelos y taludes, la impermeabilización de suelos por edificaciones y carpetas asfálticas. El desarrollo industrial agrega otros riesgos: explosiones, incendios, acumulación de basura, saturación de contaminantes en el agua y el aire (Caballero, 2013).

En este sentido, el sector de la construcción tiene poca supervisión gubernamental. Requiere mayor control y organización. El Código Sísmico, cuya última reforma fue en 2010, ha demostrado su importancia una y otra vez en hacer las construcciones más seguras a sus moradores durante eventos naturales extremos. La reconstrucción no puede ignorar las lecciones aprendidas, tanto en viviendas como en carreteras, puentes y otro tipo de construcciones u obras civiles. El ordenamiento territorial debe considerar las amenazas naturales. (Linkimer y Soto, 2012; Barquero et al, 2009).

Los planes reguladores de las municipalidades constituyen una herramienta muy valiosa en cuanto a la prevención y atención de desastres, por lo que deberían incorporar líneas de acción en la gestión del riesgo, tales como:

- regulaciones para la instalación de industrias e industrias peligrosas, que garanticen la seguridad y prevengan mayores daños a la población y al ambiente en caso de desastres tecnológicos (Sánchez et al, 2013)
- mayor inversión para la atención de emergencias cantonales, ya que normalmente no supera el 1% del presupuesto (Araya et al, 2015)
- mayor involucramiento y participación de la sociedad civil (Araya et al, 2015)
- herramientas para la evaluación de políticas públicas en el mediano y largo plazo (MAG/MIDEPLAN, 2013)
- Solo un 35% de las municipalidades consideran actualmente el riesgo para asignar usos del suelo y patentes (Araya et al, 2015).

Cuadro N° 15 Costa Rica: Eventos Extremos - Periodo 2005 – 2016. Pérdidas en Dólares*

AÑO	EVENTO	PÉRDIDAS
2005	Temporal en la Zona Norte y Vertiente del Caribe	157.319.652,73
2005	Incendio ocurrido en el Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia	11.074.415,25
2005	Extraordinaria actividad lluviosa con fuertes vientos, aguaceros y tormentas eléctricas, en la Vertiente del Pacífico y en particular afectando las áreas costeras.	120.721.869,80
2005	Fenómeno meteorológico que generó fuertes precipitaciones en el Valle Central	1.661.614,97
2006	Fenómeno meteorológico que generó una fuerte actividad lluviosa con vientos en el Valle Central	32.710.329,82
2006	Incendio ocurrido en la Provincia de Limón, Moín en las instalaciones de la Empresa Químicos Holanda	2.064.636,50
2007	Fenómeno meteorológico que generó una fuerte actividad lluviosa con vientos en el Valle Central	23.341.730,32
2007	Sistema de baja presión en el Mar Caribe, que afectó la Vertiente del Caribe	43.441.148,57
2007	Temporal y paso de una onda tropical en el Pacífico Central, Norte, Sur, Valle Central y Cordillera de Guanacaste	296.867.076,97
2008	Sequía en Guanacaste, Pacífico Central y Zona Norte.	3.202.376,34
2008	Temporal ocasionado por los sistemas de baja presión y la onda tropical	41.694.737,15

AÑO	EVENTO	PÉRDIDAS
	ocurridos en el nivel regional del Mar Caribe.	
2008	Sistema de baja presión, que evolucionó a depresión tropical, afectando la Vertiente del Pacífico y Valle Central	36.735.393,81
2008	Combinación de un frente frío, un sistema de baja presión, en Panamá y el Caribe Costarricense, y un sistema de alta presión al norte de Centroamérica, afectando la Vertiente del Pacífico y Valle Central	18.393.668,77
2009	Sismo de Cinchona, el día 08 de enero del 2009	675.686.455,07
2009	Frente frío, con vientos fuertes y precipitaciones en la Costa Caribe, y Zona Norte, con incursiones en el Valle Central	73.791.511,40
2010	Sistemas de baja presión y ondas tropicales a nivel regional en el Mar Caribe que afecta el Pacífico Central, Norte, Sur, Valle Central y Guanacaste.	17.970.092,98
2010	Temporal y paso de un sistema de baja presión asociado a los efectos indirectos de la Tormenta Tropical Tomás, en el Pacífico Central, Norte, Sur, Valle Central y Zona de Los Santos.	325.295.079,76
2012	Terremoto de Sámara, 05 de setiembre de 2012.	105.165.304,07
2014	Sequía en Guanacaste y Pacífico Central	41.161.773,92
2015	Temporal y paso de un sistema de baja presión que generó abundantes lluvias, inundaciones y deslizamientos en la Vertiente del Caribe y Zona Norte	170.611.561,67
2016	Huracán Otto, Zona Norte, Pacífico Sur.	199.218.329,54
TOTAL		2.398.128.759,42

*A valor presente del 2015, estimado en dólares con el tipo de cambio promedio Monex, 2015. Los valores están a valor presente quiere decir que tomaron el dato en colones del año de referencia y lo multiplicaron por el tipo de cambio actual.

Fuente: C. Picado y MG Vallejo, CNE, con base de datos de la CNE, 2017.

Cuadro N° 16 Costa Rica: Eventos Extremos, impactos en Infraestructura, Servicios y Producción, Periodo 2005 – 2016 - Pérdidas En Dólares

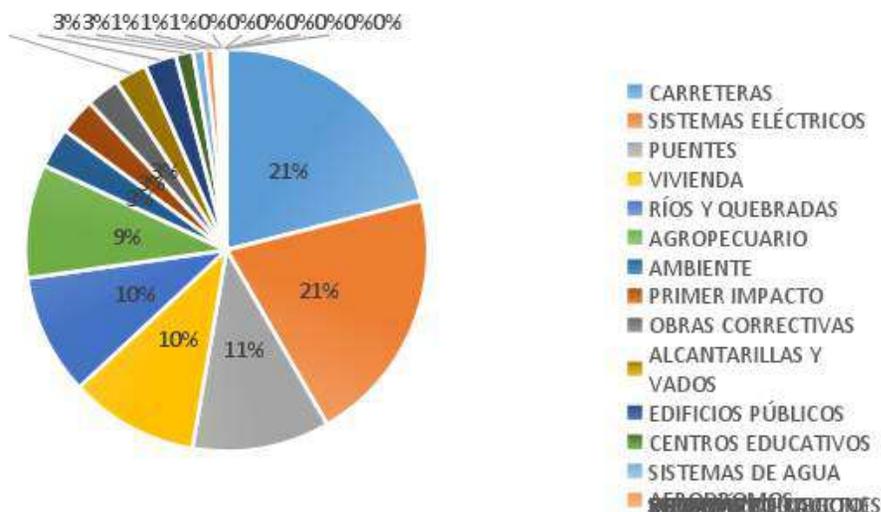
SECTOR				MONTO	PORCENTAJE
Infraestructura Vial	Carreteras	504.023.045	21,02%	831.454.900	34,67%
	Puentes	265.279.353	11,06%		
	Alcantarillas y vados	62.152.502	2,59%		

SECTOR	MONTO	PORCENTAJE
Sistemas eléctricos	495.124.461	20,65%
Vivienda	248.224.802	10,35%
Ríos y quebradas	232.216.009	9,68%
Agropecuario	219.146.796	9,14%
Ambiente	77.742.104	3,24%
Primer impactos (Inversión inmediata en servicios vitales)	70.262.919	2,93%
Obras correctivas	65.138.039	2,72%
Edificios públicos	61.001.882	2,54%
Centros educativos	33.681.333	1,40%
Sistemas de agua	22.916.104	0,96%
Aeródromos	17.260.658	0,72%
Actividad empresarial	8.903.859	0,37%
Sistemas de riego	5.516.334	0,23%
Social	3.911.368	0,16%
Ferrovías	2.712.299	0,11%
Diversas	2.076.526	0,09%
Sistemas de info -comunicaciones	561.807	0,02%
Energía (poliducto)	276.560	0,01%
TOTAL	2.398.128.759	100,00%

*A valor presente del 2015, estimado en dólares con el tipo de cambio promedio Monex, 2015. Los valores están a valor presente quiere decir que tomaron el dato en colones del año de referencia y lo multiplicaron por el tipo de cambio actual.

Fuente: C. Picado y MG Vallejo, CNE, con base de datos de la CNE, 2017.

Gráfico N° 24 Costa Rica: Pérdidas en Dólares por Eventos Extremos en Infraestructura, Servicios y Producción, Periodo 2005 – 2016



Fuente: C. Picado y MG Vallejo, CNE, con base de datos de la CNE, 2017

Cuadro N° 17 Costa Rica: Personas Afectadas Por Eventos de Desastre - Periodo 2005 - 2016

Año	Muertos	Desaparecidos	Heridos y Enfermos	Afectados	Reubicados	Evacuados	Damnificados
2005	9	1	50	60	0	2.866	20.215
2006	7	0	58	667	0	155	22.656
2007	30	2	20	5.129	0	4.857	24.385
2008	9	3	30	15.739	0	290	4.371
2009	28	7	10	0	0	1.048	14.653
2010	41	2	73	5.204	125	5.104	28.797
2011	11	0	6	1.222	45	1.728	9.767
2012	14	3	13	120.550	1	1.858	18.231
2013	12	0	16	2.558	25	342	6.020
2014	10	2	28	7.870	5	863	11.204
2015	8	0	11	0	36	144	2.068
2016	16	8	19	0	26	34	1.118
TOTAL	195	28	334	158.999	263	19.289	163.485

Fuente: C. Picado, con base en datos de DESINVENTAR, 2017.

Cuadro N° 18 Costa Rica: Cooperación Internacional Recibida Para la Atención de Emergencias 2010-2016
(cifras en dólares)

Evento	Donante	Monto
Tormenta Tropical Tomás	Embajada Reino Marruecos	300.000,00
	Secretaria General de la OEA	25.000,00
	Embajada República Popular China	60.000,00
	Banco Interamericano de Desarrollo	200.000,00
	Banco Centroamericano de Integración Económica	200.000,00
	Embajada de Francia	10.000,00
	Misión India	100.000,00
	Gobierno de España	65.000,00
	Pueblo de Georgia EEUU	50.000,00
Sismo de Sámara	Banco Interamericano de Desarrollo	200.000,00
Sequía	Banco Interamericano de Desarrollo	250.000,00
	Banco Interamericano de Desarrollo	200.000,00
Inundaciones en la Vertiente Atlántica	Banco Interamericano de Desarrollo	250.000,00
Huracán Otto	Banco Interamericano de Desarrollo	200.000,00
	Gobierno de Dubai	10.000.000,00
	Banco Interamericano de Desarrollo	260.000,00
TOTAL		12.370.000,00

Fuente: C. Picado, con base en informes de seguimiento a los planes generales de emergencia, 2017.

Cuadro N° 19 Costa Rica: Resumen de Operaciones Aéreas Huracán Otto del 22/11/2016 al 01/12/2016

Origen	Numero de Aeronaves	Cantidad de		Carga Transportada en toneladas	Horas de Vuelo
		Misiones	Pasajeros		
SVA(1)	9	84	100	25,00	209,6
Panamá	4	192	356	75,15	102,1
EE.UU	3	52	58	16,4	29,7
Privados	13	52	26	18,00	21,2
<i>Totales</i>	<i>29</i>	<i>380</i>	<i>540</i>	<i>134,55</i>	<i>362,6</i>

(1) Servicio de Vigilancia Aérea del Ministerio de Seguridad Pública, Costa Rica

Fuente: Elaboración propia (2017) a partir del oficio No. 0079-CMT-SVA-2017

12. Síntesis de conclusiones y recomendaciones

En los últimos quince años, en Costa Rica no ha habido cambios significativos en la condición del **uso del suelo** con respecto a su capacidad. Para el 2013, el 86% del territorio nacional presenta uso del suelo conforme a su capacidad o bien se encuentra en sub-uso (43.565 Km²), donde resalta la alta proporción de tierras en sub-uso para la categoría de cultivos permanentes (6.842 km²). Solamente un 12% del territorio nacional presenta una condición de sobreuso (6.214 km²). Costa Rica se comprometió a restaurar un millón de hectáreas –las cuales quedarán identificadas próximamente-, incluyendo la restauración de pastos para la producción de leche y carne de vacuno, el establecimiento de plantaciones de café con sombra y el manejo forestal de bosque maduro fuera de áreas protegidas.

En relación al crecimiento urbano, entre 1998 y el 2013, se produjo una expansión del área urbana de 2.366 hectáreas donde el 31% (730 ha) se

originó en áreas de recarga acuífera, de las cuales 448 ha se ubicaron fuera del anillo de contención de la GAM. La falta de control de la expansión urbana, en especial la que se produce sobre los mantos acuíferos, así como la falta del reforzamiento de la implementación de medidas de mitigación de sus efectos sobre la infiltración, contribuirán con la frecuencia y severidad de las inundaciones aguas abajo, así como también con el desabastecimiento de agua de origen subterráneo.

El tema de **construcción, urbanismo y transporte urbano** es un tema prioritario en Costa Rica, en su búsqueda por lograr la carbono-neutralidad al 2021. Los planes y políticas en esta materia están siendo revisados y actualizados para incorporar aspectos ambientales, sociales y de gestión del riesgo. Por otra parte, los planes reguladores –tanto urbanos como costeros- tienen el potencial de convertirse en una herramienta útil y ágil de

ordenamiento territorial, pero debido a una multiplicidad de factores en su mayoría relacionados con la gestión de las municipalidades, no lo son. No existe una discusión alrededor de las construcciones previas a la aprobación de la Ley de Planificación Urbana o alrededor del tema de renovación urbana, o de cómo las ciudades pueden contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, o cómo vincular la movilidad urbana.

La infraestructura vial y el sector transporte siguen orientados principalmente al vehículo privado. Obras importantes y necesarias se desarrollan con lentitud. Las prioridades para mejorar el transporte público han sido identificadas, pero no se ponen en ejecución, más que de forma marginal, pero ello podría cambiar con la puesta en marcha del plan PRIMUS entre otros.

La promoción de **patrones de producción y consumo sostenible** es esencial para el logro de un desarrollo sostenible bajo en carbono. El aumento de la huella ecológica en el país es ocasionado principalmente por el crecimiento demográfico y las emisiones del sector transporte. Es necesario entonces, disminuir el consumo de hidrocarburos y producir de forma más sostenible. El transporte público debe volverse una opción atractiva, segura, rápida, económica y eficiente para el usuario. La industria también puede introducir mejoras en

sus ciclos productivos, especialmente en la reducción, recolección y revalorización de desechos. La producción agropecuaria no debe ir encaminada solo a la obtención de mayor producto por hectárea, sino al ingreso por hectárea, para estimular proyectos con menor impacto ambiental, mejor aprovechamiento de recursos y reducción máxima de desperdicios (MIDEPLAN, 2013). La implementación de programas como los NAMA ganadería y café pueden contribuir a esta meta. A nivel económico, los precios de los productos deben reflejar todas las externalidades, beneficios y costos ambientales. Es necesario promover en el consumidor una decisión de compra o uso asociada al potencial efecto positivo o negativo sobre los problemas ambientales existentes. Las industrias, empresas y comercios tienen una gran responsabilidad en la reducción y eliminación de productos que no sean reciclables o tratables –como el estereofón–, y en la recolección y tratamiento de los mismos. En este contexto el principio de quien contamina paga adquiere una nueva dimensión: llevar los procesos productivos a un círculo cerrado. El consumidor por su parte debe de informarse y educarse para elegir y exigir alternativas de productos más amigables con el ambiente. Puede reorientar sus prioridades de consumo. El Estado también puede emitir pautas o programas para llevar a esta dirección, expandiendo el programa de compras sustentables a todas las

instituciones, así como la digitalización de los trámites, permisos, registros y pagos, acceso a plataformas de información ambiental en tiempo real, la implementación de ventanillas únicas en las municipalidades, y la creación de espacios para el sano esparcimiento, entre otras acciones posibles. Los urbanizadores y empresarios de la construcción pueden hacer diseños mejor adaptados al entorno y construir en una forma más sostenible. Las agrupaciones que trabajan en defensa del consumidor, por lo general orientadas hacia la defensa del libre comercio o la oposición a incrementos en tarifas, podrían convertirse en un canal potencial para educar respecto del consumo sostenible y de los beneficios de productos más amigables con el ambiente.

En relación con la **gestión de residuos**, en la última década se han promulgado importantes instrumentos legales y políticos para la adecuada gestión de los residuos. Las municipalidades han venido mejorando el servicio, pero presentan importantes rezagos en las áreas rurales, en donde un porcentaje importante de la población todavía quema o entierra sus residuos. Son necesarios mayores esfuerzos en el control de la disposición final de estos residuos, en promover la disminución de los mismos, y en hacer cumplir las normativas existentes. A la vez, es imperativo promover una cultura

para evitar y reducir el volumen de residuos, y separarlos en la fuente, así como exigir a las empresas estos mismos principios y la reutilización de residuos. Solo de esta forma el país podrá conseguir reducir el volumen total de residuos, alargando la vida de los rellenos sanitarios y protegiendo los cuerpos de agua, así como alcanzar la meta de 15% de residuos valorizados al 2015. Igualmente, debe profundizarse el control de la disposición final de residuos peligrosos y exigir las mejores prácticas a las industrias que los producen.

Respeto de la **producción agrícola, agropecuaria y forestal**, las políticas ambientales implementadas durante el periodo 1988-2013 permitieron disminuir significativamente la deforestación y por consiguiente, reducir las emisiones forestales de gases de efecto invernadero, complementando así el esfuerzo de conservación del sistema de Áreas Silvestres Protegidas.

Durante este mismo periodo, mediante la implementación del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA), el Estado realizó una inversión total de 125 mil millones de colones (colones del 2006), en la recuperación de áreas boscosas, establecimiento de plantaciones forestales, sistemas agroforestales y conservación y uso sostenible del bosque.

El principal factor que impulsa la deforestación en terrenos privados es la conversión de los bosques para el uso agrícola y ganadero. Pero a la vez, las pasturas son las que más aportan a la regeneración de los bosques secundarios. Durante el periodo 2008-2013 se perdieron 45.059 hectáreas, en favor de la creación de pastizales, representando un 68% de la pérdida de bosques, y se regeneraron un total de 218.752 hectáreas de bosque secundario a partir principalmente de pastizales (un 65% del área aportada).

Otros factores importantes que generan presión en el ambiente costarricense son los incendios forestales, mayoritariamente causados por quemas de pastos, la actividad agrícola y la tala ilegal, la cual se estima en aproximadamente 200.000 m³*año.

En su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) para la reducción de emisiones GEI, Costa Rica reafirmó su aspiración de convertirse en una economía carbono neutral a partir del año 2021, se comprometió a un máximo de 9.374.000 t CO₂e*año⁻¹ para 2030, continuando su disminución hasta 5.964.988 t CO₂e*año⁻¹ para el 2050. El sector agropecuario se centrará en medidas que pueden reducir las emisiones de óxido nitroso y metano (reducción de uso fertilizantes y mejora de la fermentación entérica), para lo cual ya están en marcha el

NAMA Café y el NAMA y el fortalecimiento de sistemas agroforestales.

El ámbito de las **prácticas pesqueras, acuicultura y manejo del recurso marino costero** está sujeto a muchas presiones. La FAO estima que la sobrepesca mundial ya alcanzó el 70%.

El estado de los recursos pesqueros en Costa Rica es incierto. Sin embargo, en general estas poblaciones podrían estarse viendo afectadas por destrucción de hábitat, contaminación y presión pesquera. El uso de artes de pesca poco selectivas afecta a las especies que no son el objetivo de la pesca – pesca incidental-, y no resulta en beneficios para el pescador. La pesca industrial (principalmente de atún) está dominada por flota extranjera y representa muy pocos beneficios para el país. Los recursos pesqueros de la pesquería de arrastre están sobreexplotados, y las capturas están compuestas mayoritariamente por fauna de acompañamiento, que no es el objetivo de la pesquería. La pesca deportiva es una actividad económica importante para el país, sin embargo, falta información sobre el estado de los recursos pesqueros y el impacto de la pesca deportiva sobre estos. La pesca ilegal, no regulada no reglamentada es una problemática tangible en el país, sin embargo, no se cuenta con los recursos humanos ni económicos para implementar los reglamentos

que se han establecido. La pesca en aguas continentales ha sido una temática a la que en general se le debe prestar mayor atención.

Muchas personas dependen de las actividades pesqueras para su subsistencia, especialmente en las comunidades pesqueras. Sin embargo, el modelo económico del país y el sistema de comercialización de los productos pesqueros no ha favorecido a este sector de la población nacional. La acuicultura en Costa Rica, por otra parte, llama la atención por el incremento de productores, cantidad de exportación y proyectos de diversificación de cultivos.

La **minería** ha sido objeto de políticas que promovían la extracción de metales, a la más reciente limitación –mediante reforma del 2010 al Código de Minería– de concesiones sólo para mineros artesanales agrupados en cooperativas. La mayor parte de la minería que se desarrolla es no metálica, como insumos para la construcción. Ambos tipos de minería presentan sus propios desafíos.

Los recursos geológicos y mineros no están debidamente integrados en las políticas ambientales, ni existe una información veraz y completa de los mismos. Están pendientes casi 100 hojas cartográficas, lo cual hace difícil una planificación estratégica y un control en la extracción de los mismos, así como una adecuada

consideración de potenciales y actuales sitios de explotación y ubicación de explotaciones actuales y de los riesgos geológicos, por parte de las municipalidades en sus procesos de ordenamiento territorial (CGR, 2012).

La minería de oro artesanal debe incorporar mejoras tecnológicas que conduzcan a la eliminación del uso del mercurio. Ello redundaría en beneficio de las condiciones laborales y de salud ocupacional de los mineros, así como en sus ingresos económicos, y la reducción de la contaminación por residuos de mercurio. La actividad puede llegar a ser sostenible. El reto es encontrar profesionales y técnicos que acompañen este proceso, pues la formación de los ingenieros mineros suele ser para la minería a gran escala. Por otro lado, debe impulsarse la incorporación de todos los mineros en cooperativas para el desarrollo de la actividad dentro del marco permitido por la ley.

La minería no metálica requiere de mayor control y registro del volumen extraído, la reducción de la extracción ilegal y un mejor ordenamiento que reduzca las distancias para su transporte y los impactos ambientales.

El sector **energía** es clave para el desarrollo de una nación. La política energética por ello orienta el sector hacia un desarrollo energético sostenible y bajo en emisiones. En la

generación de energía, son notables los logros alcanzados en cuanto a fuentes limpias y renovables. El desafío pendiente es lograr reducir las emisiones del sector transporte en la senda a una economía baja en carbono. Actualmente, el sector energía representa un 31,2% de la huella ecológica de Costa Rica, con los mayores impactos en emisión de GEI y contaminantes (material particulado), lo que a su vez incide en el deterioro de la calidad de vida, la salud y el ambiente.

Entre 1996 y 2016 la matriz energética de Costa Rica no ha sufrido cambios importantes. Se compone esencialmente de energía hidráulica, geotérmica y de derivados del petróleo, estos últimos –alrededor de un 34% del consumo total de energía– representan el desafío más importante respecto de las metas nacionales de reducción y compensación de emisiones de GEI. En una proporción mucho menor, también forman parte de esta matriz la energía solar, la energía eólica y la biomasa.

Los patrones de consumo de energía se han mantenido en niveles similares desde el 2010, con un aumento reducido, excepto en el sector industrial en donde la baja evidencia un aumento de la eficiencia energética, y en el consumo de combustibles por parte del sector transporte -66% del consumo total de hidrocarburos-, en que el incremento responde al aumento del parque

vehicular –que casi triplicó en los últimos 20 años y es responsable del 54% de las emisiones del país- (MINAE, 2015). Son necesarios esfuerzos ingentes para revertir esta tendencia que apunten a la renovación de la flota vehicular por una más eficiente y al uso de modos alternos de transporte con un sistema integrado intermodal de transporte público con viajes más cortos.

Costa Rica ya ha venido experimentando los efectos del **cambio climático**, con temperaturas que superan los máximos históricos reportados, anomalías en los patrones de precipitación, y el primer huracán –Otto en noviembre de 2016- registrado en la historia en impactar directamente el territorio nacional.

Existen más de 200 modelos climatológicos y suficiente información en daños causados por eventos hidrometeorológicos para desarrollar planes de manejo, mitigación y adaptación. Los modelos plantean dos escenarios para Costa Rica, uno con tendencia a condiciones secas extremas, y otro hacia condiciones lluviosas extremas.

Costa Rica ha realizado importantes esfuerzos en materia de mitigación, sin embargo, el tema de adaptación queda rezagado en comparación. La contribución nacional determinada incluye futuras acciones de adaptación basada en ecosistemas, manejo integrado de

paisajes, manejo integrado de cuencas y ordenamiento territorial municipal.

Las zonas rurales son las más vulnerables a los efectos del cambio climático, debido a su baja capacidad de adaptación, relacionada a su vez con otros indicadores como acceso a la información, servicios básicos y recursos para la innovación.

El sector agropecuario de entre todos los sectores productivos, presenta la más alta vulnerabilidad ante situaciones de sequía, inundaciones y degradación de los suelos.

El país todavía debe invertir mucho en materia de adaptabilidad (particularmente en el sector rural), tecnologías de riego y pagos por servicios ambientales.

Es enorme la magnitud de las pérdidas directas –las indirectas no han sido cuantificadas– por **eventos naturales extremos y desastres naturales**. Estos daños tienen un peso relativo alto en el PIB y en el gasto público de capital. Aún más, el proceso de recuperación posterior a los desastres puede provocar un importante rezago en el desarrollo de nuevas inversiones estratégicas para el país (MAG/MIDEPLAN, 2013), sobre todo porque no se lleva a cabo hasta lograr la reposición total. El costo continúa en aumento y será la tendencia ante fenómenos hidrometeorológicos frecuentes y

estacionales. Por ello, es imperativo generar las capacidades para reducir el impacto de los eventos de lluvia en el marco de la planificación ordinaria de las instituciones del Estado y gobiernos municipales.

Muchas veces la severidad de los daños depende más de los procesos de urbanización que de la amenaza en sí misma. Realizar cambios sustantivos en las formas de ocupación del suelo urbano disminuiría la vulnerabilidad y los riesgos asociados a desastres naturales derivados de deficientes sistemas constructivos, la ocupación de zonas de riesgo, la deforestación, la desestabilización de suelos y taludes, la impermeabilización de suelos por edificaciones y carpetas asfálticas. El desarrollo industrial agrega otros riesgos: explosiones, incendios, acumulación de basura, saturación de contaminantes en el agua y el aire (Caballero, 2013).

En este sentido, el sector de la construcción tiene poca supervisión gubernamental. Requiere mayor control y organización. El Código Sísmico, cuya última reforma fue en 2010, ha demostrado su importancia una y otra vez en hacer las construcciones más seguras a sus moradores durante eventos naturales extremos. La reconstrucción no puede ignorar las lecciones aprendidas, tanto en viviendas como en carreteras, puentes y otro tipo de construcciones u obras civiles. El ordenamiento territorial debe

considerar las amenazas naturales (Linkimer y Soto, 2012; Barquero et al, 2009).

Las emergencias y desastres tecnológicos tienen sus propias particularidades, requieren de planes de prevención específicos para cada tipo o conjunto de amenazas y la respuesta es normalmente muy especializada debido a los efectos tóxicos que ocasionan.

Los planes reguladores de las municipalidades constituyen una herramienta muy valiosa en cuanto a la prevención y atención de desastres, por lo que deberían incorporar líneas de acción en la gestión del riesgo, y no solo la atención de emergencias o desastres.



Bibliografía



13. Referencias

- Acueductos y Alcantarillados (2016). Memoria Institucional 2015-2016. San José, Costa Rica
- Acuerdo N° 138/AJDIP. La Gaceta 81, San José, Costa Rica, 28 de abril de 2008.
- Acuna Leiva, R., Hernández Vega, H., Jiménez Romero, D., Zamora Rojas, J., & Loria Salazar, L. G. (2015). Guía de Diseño y Evaluación de Ciclovía para Costa Rica. San José, C.R.
- Agnew D, Pearce J, Pramod G, Peatman T, Watson R, Beddington J & Pitcher T. 2009. Estimating the worldwide extent of illegal fishing. PLoS ONE 4(2): e4570. DOI: 10.1371/journal.pone.0004570
- Agresta. (2015). Generating a consistent historical time series of activity data from land use change for the development of costa rica's redd plus reference level. San José, Costa Rica.
- Agresta. (2015). Generating a consistent historical time series of activity data from land use change for the development of costa rica's redd plus reference level. San José, Costa Rica.
- Alvarado LF. 2014. Proyecciones de escenarios climáticos. En Adaptación al cambio climático: un reto para el desarrollo de Costa Rica. Camacho E, Charpentier S (eds.). 9na Jornada Anual de la Academia de Centroamérica. San José. 15-25 pp.
- Alvarado, Guillermo; Vargas, Alberto; Campos, Nuria y Chaves, Ignacio. (2014). El riesgo derivado de la amenaza volcánica en Costa Rica. CNE/RSN. San José, Costa Rica. 32 pp.
- Alvarez, Mauricio. (2015). El extractivismo en Costa Rica. pp. 9-32. En: Alvarez et al. (2015). El extractivismo en América Central. Un balance del desarrollo de las industrias extractivas y sus principales impactos en los países centroamericanos. FES América Central. 89 pp.
- AMBIENTICO. (2017). Coincineración: una posible y controversial alternativa al manejo de los residuos. Enero-marzo 2017. N° 261. 26 pp.
- Andrasko, R., Beatty, C., Owusu-Amofa, S., Karangwa, C., Moraes, M., Najera, M., ... Vidal, A. (2017). Restoration of forest ecosystems and landscapes as contribution to the Aichi Biodiversity Targets Information document submitted by IUCN.
- ARAUZ, Alejandro. (2014). Evolución e involución de la actividad minera aurífera en Costa Rica durante las pasadas tres décadas. En: Revista

Geológica de América Central, Número Especial 2014: 30 Aniversario. pp. 29-37.

- Araya Araya, Ramón et al. (2015). Índice de gestión del riesgo municipal. CNE/UNA. San José, C.R. 48 pp.
- Arroyo F. (2008, Agosto 18). Químicos Holanda podría pagar €3.500 millones. http://www.aldia.cr/ad_ee/2008/agosto/18/nacionales1664056.html
- Asamblea Legislativa República de Costa Rica. (19 de Octubre de 2015). Obtenido de Asamblea Legislativa República de Costa Rica: http://www.asamblea.go.cr/Centro_de_Informacion/Consultas_SIL/Pginas/Detalle%20Proyectos%20de%20Ley.aspx?Numero_Proyecto=19744
- Asociación Nacional de Empleados Públicos y Privados. (9 de marzo de 2010). Obtenido de Peligro ambiental: Gobierno amplía anillo de contención de la GAM: <https://www.anep.or.cr/article/peligro-ambiental-gobierno-amplia-anillo-de-conten/>
- Asociación Pro Nueva Carretera Naranjo Florencia. (s.f.). Obtenido de Asociación Pro Nueva Carretera Naranjo Florencia: http://asoprocarretera.blogspot.com/p/blog-page_7712.html
- Ávalos Á. (2015, Octubre 19). Gasolinera deberá pagar al Estado por contaminar pozo de agua. http://www.nacion.com/nacional/servicios-publicos/Gasolinera-debera-pagar-contaminar-Heredia_0_1519048207.html
- AyA (2016). Agua para consumo humano y saneamiento y su relación con los indicadores básicos de Salud en Costa Rica: Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Agenda para el 2030. Marzo, 2016. San José, Costa Rica.
- AyA. (2017). Plan de Inversión. San José, Costa Rica.
- Bacon, Robert y Bhattacharya, Soma. (2007). Growth and CO2 emissions. How do different countries fare? The World Bank Environment Department. Environment Department Papers. Climate Change Series. Paper number 113. 41760. November 2007. 50 pp. Disponible en: <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/428491468313823347/pdf/417600EDP01130Growth0and0CO201PUBLIC1.pdf>
- Barquero, Rafael (editor). (2009). El terremoto de Cinchona del 8 de enero de 2009. Red Sismológica Nacional ICE-UCR. 138 pp.
- Barrantes, A. (25 de septiembre de 2014). Pobreza de Costa Rica se reparte en 394 precarios. Obtenido de La Nación: http://www.nacion.com/nacional/precarios-ticos-hogares-familias-pobres_0_1441255989.html
- Barrantes, A. (6 de Junio de 2013). La Nación. Obtenido de Menos del 50% de los cantones tienen plan para regular territorio: http://www.nacion.com/nacional/comunidades/cantones-plan-regular-territorio_0_1346065497.html
- Beltrán-Turriago, C.S. (2001). Promoción de la ordenación de la pesca costera: aspectos socioeconómicos y técnicos de la pesca artesanal en El

- Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador y Colombia. FAO Circular de Pesca No. 957/2 FIPP/C957/2, Roma, Italia.
- Betrano, S. (2014). Evolución y efectos de la legislación energética en Costa Rica (1950-2014). XXI Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, C.R.
 - Bolívar A, Rovinski Y, Wo E. 2000. La pesca en la Isla del Coco. Estudio integral para el mejoramiento del control pesquero en la zona de influencia del Área de Conservación Marina y Terrestre Isla del Coco. Fundación Amigos de la Isla del Coco – Área de Conservación Marina Isla del Coco. San José. 104 pp.
 - Bonilla, Erika. (2008). Realidad de las comunidades rurales de Costa Rica. En: Revista Educare, Vol XII n° extraordinario, pp. 47-58. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-RealidadDeLasComunidadesRuralesDeCostaRica-4781027%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-RealidadDeLasComunidadesRuralesDeCostaRica-4781027%20(1).pdf)
 - Boschini, Ileana. (2017). Comunicación personal, 18 de setiembre de 2017.
 - Bosque, D. (16 de Febrero de 2017). La Nación . Obtenido de La Nación: http://www.nacion.com/nacional/infraestructura/Clrcunvalacion-anos-pausas-tropezos_0_1618238177.html
 - Bouroncle C, Imbach P, Läderach P, Rodríguez B, Medellín C, Fung E, Martínez-Rodríguez MR, Donatti CI. 2015. La agricultura de Costa Rica y el cambio climático: ¿Dónde están las prioridades para la adaptación? CGIAR-CCAFS. 8 pp.
 - Briceño Castillo, J., Herrera Murillo, J., Arias Solórzano, D., Guerrero Beita, V. H., & Marin Rojas, J. F. (2014). Informe de Calidad del Aire ÁREA METROPOLITANA DE COSTA RICA. Heredia, Costa Rica.
 - Bussing WA. 1987. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica. 27 pp.
 - Bustos, F (2009). La problemática de los desechos sólidos. Revista Economía. No. 27. Universidad de los Andes. Mérid, Venezuela.
 - Caballero, Elsa Lily. (2013). “Los riesgos urbanos y la justicia urbana en Centroamérica” en Anuario de Estudios Centroamericanos, Universidad de Costa Rica, 39, pp. 11-27.
 - CADETI. 2000. Informe de Costa Rica para la Implementación de la Convención de las Naciones Unidas de la Lucha contra la Desertificación (UNCCD). Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras. 45 pp.
 - Camacho E, Charpentier S. 2014. Adaptación al cambio climático: un reto para el desarrollo de Costa Rica. 9na Jornada Anual de la Academia de Centroamérica. San José. 108 pp.
 - Campos JJ. 2014. Desarrollo de territorios climáticamente inteligentes. En Adaptación al cambio climático: un reto para el desarrollo de Costa Rica. Camacho E, Charpentier S (eds.). 9na Jornada Anual de la Academia de Centroamérica. San José. 55-57 pp.

- Canelo, A (2017). Costa Rica Will be the First Country to Eliminate Single-Use Plastics. Publicado el 27, julio, 2017.
- Castillo, Antonio. (2006). Industria minera y coligallerismo en Abangares: un análisis desde la perspectiva histórica. En: Revista Herencia, Vol. 19, pp. 33-58.
- Ceciliano, Yajaira. (2008). Perspectivas juveniles en Costa Rica. Cuaderno de Ciencias Sociales 152. FLACSO/ASDI. San José, Costa Rica. 132 pp. Disponible en: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan046834.pdf>
- CFIA. (2016). Disminuye porcentaje de construcciones sin permiso municipal. Disponible en: <http://www.cfia.or.cr/noticias/noticia9.html>
- CGR. (2012). Informe sobre la razonabilidad del avance en el suministro de información por parte de la Dirección de Geología y Minas del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones para los planes reguladores cantonales. Informe DFOE-AE-IF-09-2012 de 29 de noviembre 2012. División de Fiscalización Operativa y Evaluativa. Area de Servicios Ambientales y de Energía. Contraloría General de la República. 20 pp.
- CGR. (2013). Informe de auditoría de carácter especial relacionada con el otorgamiento de permisos de construcción por parte de la Municipalidad de San Rafael de Heredia. Informe DFOE-DL-IF-16-2013 de 16 de diciembre 2013. División de Fiscalización Operativa y Evaluativa. Area de Fiscalización de Servicios para el Desarrollo Local. Contraloría General de la República. 34 pp.
- Chacón, Jiménez, Rojas, Ramírez. (2015). Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. San José, Costa Rica.
- Chacón, V. 2016. Costa Rica está en deuda con sus mares: protección de la riqueza marina en Costa Rica es "de papel". Semanario Universidad. 25 de agosto de 2016. <https://semanariouniversidad.com/pais/proteccion-la-riqueza-marina-costa-rica-papel/>
- CNE. (2002). Desastres y emergencias tecnológicas. San José, Costa Rica. 26 pp. Disponible en: <https://www.cne.go.cr/CEDO-CRID/CEDO-CRID%20V4/pdf/spa/doc1420/doc1420.htm>
- CNE. (2017). Recuperación de las zonas afectadas por huracán Otto se estima en ₡130 mil millones. 1° de marzo de 2017. Disponible en: <https://www.cne.go.cr/index.php/component/content/article/270-noticias/1263-recuperacion-de-las-zonas-afectadas-por-huracan-otto-se-estima-en-130-mil-millones>
- CONAMAR. 2013. Política Nacional del Mar: Costa Rica 2013-2028. Comisión Nacional del Mar. San José. 50 pp.
- Contraloría general de la República (2015). Informe de auditoría especial

acerca del control ejercido por el ministerio de salud sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo especial. Periodo enero 2012-diciembre 2014. San José, Costa Rica.

- Contraloría General de la República (2016). Auditoría Operativa: Recolección de Residuos Ordinarios. Informe No. DFOE-DL-IF-00001-2016. Publicado 12 Febrero, 2016. San José, Costa Rica.
- Contraloría General de la República, CGR. (2014). Informe Gestión Municipal 2014. Memoria Institucional 2015-2016. San José, Costa Rica. Recuperado 24 de agosto 2017, a partir de https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docsweb/rev_dig/inf_opinion/2014/files/asets/downloads/publicacion.pdfMIVAH.
- CRHoy. (2017). La particularidad (casi) desconocida del huracán Otto. 6 de abril de 2017.
- CRHoy. (2017a). Fiebre del oro provoca invasión de fincas en Crucitas. 5 de agosto de 2017. Disponible en: <https://www.crhoy.com/nacionales/fiebre-del-oro-provoca-invasion-de-fincas-en-crucitas/>
- CRHoy. (2017b). De noche y a escondidas: Así operan los oreros que desnudan Crucitas. 21 de setiembre de 2017. Disponible en: <https://www.crhoy.com/nacionales/de-noche-y-a-escondidas-asi-operan-los-oreros-que-desnudan-crucitas/>
- Cubero P. 2012. Recursos marinos amenazados. La Nación. 03 de Mayo de 2012. http://www.nacion.com/archivo/Recursos-marinos-amenazados_0_1266273553.html
- DARA. (2011). Índice de reducción del riesgo. Análisis de capacidades y condiciones para la reducción del riesgo de desastres: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras,, Nicaragua, Panamá y República Dominicana. 56 pp.
- de Camino, R. (n.d.). Caracterización de las acciones tipo REDD y tempranas REDD implementadas por Costa Rica: en el período de 1986 - 2013.
- Decreto N° 38681-MAG-MINAE. La Gaceta 213, San José, Costa Rica, 05 de noviembre de 2014.
- DIGECA. (2016a). Análisis socioeconómico: minería de oro artesanal y sustitución de productos – Anexo A, parte I. MINAE/DIGECA; GEF/PNUD. 44 pp.
- DIGECA. (2016b). Estado de situación: uso de amalgamas y minería artesanal de oro en Costa Rica. MINAE/DIGECA; GEF/PNUD. 24 pp.
- DSE. (2016). Estadísticas Energéticas. San José, C.R.: Dirección Sectorial de Energía, CR.
- Electricidad, I. C. (2016). El transporte electro-vehicular en Costa Rica. Recuperado 24 de agosto del 2017.
- Espinasa, R., Hineirosa, C., Sucre, C., & Anaya, F. (2017). Dossier Energetico

03 Costa Rica. Washington, D.C.

- Espinoza, M. 2017. Reciente publicación de un decreto ejecutivo pone en peligro la conservación de los tiburones. Ciencia más tecnología. 9 de junio de 2017. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2017/06/09/reciente-publicacion-de-un-decreto-ejecutivo-pone-en-peligro-la-conservacion-de-los-tiburones.html>
- Estado de la Nación, 2012. Decimoctavo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Programa Estado de la Nación. San José, Costa Rica.
- Fallas C. 2016. Acuicultura intenta diversificarse para sobrevivir a la competencia. La Nación. 01 de febrero de 2016. http://www.nacion.com/economia/empresarial/Acuicultura-intenta-diversificarse-sobrevivir-competencia_0_1540046001.html
- Fallas, C. (2016). Eficiencia energética y energías renovables ganan adeptos entre empresas. El Financiero. San José, C.R.
- FAO. 2005. Visión general del sector acuícola nacional – Costa Rica. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. Accesado el 30 de julio de 2017. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_costarica/es
- FAO. 2006. Documentos presentados en el Taller regional FAO/OSPESCA sobre el mejoramiento de los sistemas de información y recolección de datos pesqueros para América central y el Caribe. San Salvador, El Salvador, 23–26 de enero de 2006. Informe de Pesca y Acuicultura N° 919. Roma, 149p.
- FAO. 2011. Review of the state of world marine fishery resources. FAO Fisheries and Aquaculture Technical paper 569. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 354 pp.
- FAO. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Oportunidades y desafíos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 274 pp.
- FAO. 2016a. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la Seguridad Alimentaria y la Nutrición para Todos. 2016. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 253 pp.
- FAO. 2016b. Illegal, Unreported and Unregulated (IUU) Fishing. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. Accesado el 30 de julio de 2017. <http://www.fao.org/docrep/005/Y3554s/y3554s01.htm>
- FAO. 2017. Empleo rural decente en el sector de pesca artesanal y de pesca semiindustrial en Costa Rica. Caso de Estudio. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 68 pp.
- FECOP. 2017. Becas de investigación (FECOP-GFTR) para estudiantes

costarricenses. The Ocean Conference – Organización de las Naciones Unidas. Nueva York. 5-9 Junio 2017.

- Feoli M. 2014 El caso de pequeños productores agropecuarios. En Adaptación al cambio climático: un reto para el desarrollo de Costa Rica. Camacho E, Charpentier S (eds.). 9na Jornada Anual de la Academia de Centroamérica. San José. 59-60 pp.
- Fernández C. 2013. Pesca artesanal y pobreza en comunidades aledañas al Golfo de Nicoya. Revista de Ciencias Sociales 140: 137-152.
- FIS. 2017. Estudio de la Fundación MarViva sugiere que Costa Rica regala su riqueza atunera a barcos extranjeros. Fish Information & Services. 17 de Marzo de 2017. <http://fis.com/fis/worldnews/worldnews.asp?monthyear=&day=17&id=90589&l=s&special=&ndb=1%20target%3D>
- Flores R, Salas J, Astorga M, Rivera J. 2014. Datos, información, conocimiento y acceso: insumos de base para la gestión de riesgos de desastres. En Adaptación al cambio climático: un reto para el desarrollo de Costa Rica. Camacho E, Charpentier S (eds.). 9na Jornada Anual de la Academia de Centroamérica. San José. 27-41 pp.
- Flores R, Salas J, Astorga M, Rivera J. 2014. Datos, información, conocimiento y acceso: insumos de base para la gestión de riesgos de desastres. En Adaptación al cambio climático: un reto para el desarrollo de Costa Rica. Camacho E, Charpentier S (eds.). 9na Jornada Anual de la Academia de Centroamérica. San José. 27-41 pp.
- Flores, Eusebio. (2001). Geografía de Costa Rica. San José, Costa Rica. EUNED.
- FONAFIFO. (2017a). Costa Rica Emission Reductions Program to the FCPF Carbon Fund. San José, Costa Rica. Retrieved from <https://www.forestcarbonpartnership.org/sites/fcp/files/2016/May/CR-ERPD-May-24-2016.pdf>
- FONAFIFO. (2017b). FIDEICOMISO 544 FONAFIFO / BNCR Informe Evaluación Presupuestaria II Semestre , 2016 Enero, 2017.
- FUPROVI. (2017). Informe Nacional: Situación de la vivienda y desarrollo urbano 2016. Unidad de Investigación. 193 pp. Disponible en: <http://www.fuprovi.org/files/pdf/situacion-del-sector-vivienda-y-desarrollo-urbano-costa-rica-2016.pdf>
- Global Footprint Network, <https://www.footprintnetwork.org/>
- Gobierno de la República de Costa Rica. 2016. Presidencia de la República de Costa Rica – Comunicados. 24 de febrero de 2016. <http://presidencia.go.cr/comunicados/2016/02/proyecto-de-ley-sobre-pesca-de-arrastre-cumple-con-resolucion-de-sala-iv/>
- Goller, E. (2013). Banco Mundial. Obtenido de Banco Mundial: <http://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/11/Urban-Transport-in->

Santiago

- González Jiménez, E. (2013). Transporte público en Costa Rica: desafío en la Gran Área Metropolitana. San José, C.R.
- González Mejía, Hernán y Aramburo Rojas, Darío. (2007). La conciencia ambiental en Costa Rica: evolución, estado actual y retos y futuros: sistematización del proceso de mejoramiento de la conciencia ambiental de Costa Rica. MINAE, SINAC, JICA. (Proyecto MAPCOBIO. San José, Costa Rica. 104 pp. Disponible en:
- González, Estiven. (2013). Transporte público en Costa Rica: desafío en la Gran Area Metropolitana – Hacia un sistema sectorizado, moderno, intermodal y bajo en emisiones. En: Perspectiva # 2/2013. Fundación Friedrich Ebert (FES). 9 pp.
- Hernández, J. (29 de abril de 2008). Los Guido y La Capri con obras por ₡5.000 millones. Obtenido de La Nación: http://www.nacion.com/nacional/Guido-Capri-obras-millones_0_973302723.html
- Herrera, J (2016). XXII Estado de la Nación. Situación energética de Costa Rica 2015, pág 20. Recuperado 22 de agosto de 2017, a partir de http://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/022/Ambiente/Herrera_2016.pdf
- Herrera, J. (2016). Situación energética de Costa Rica, 2015. San José, C.R.
- Herrera-Ulloa A, Chacón Guzmán J, Zúñiga-Calero G, Fajardo O, Jiménez-Montecalagre R. 2009. Acuicultura de pargo la mancha *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1986) en Costa Rica dentro de un enfoque ecosistémico. *Revmar* 1: 197-213.
- Hidalgo, H., Herrero, C., Alfaro, E., Muñoz, Á., Mora, N., Mora, D., & Chacón, V. (2015). Urban Waters in Costa Rica. In K. Vammen & A. Cruz (Eds.), *Urban Water, Challenges in the Americas* (UNESCO, IA, pp. 202–225).
- <http://www.sinac.go.cr/ES/partciudygober/Libros%20Sistematizacion/Conciencia%20Ambiental.pdf>
- <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/investigacion-y-tecnologia-en-salud/inventarios/inventario-de-tecnologias-en-girs/disposicion/rellenos-sanitarios/1405-situacion-actual-y-futura-de-los-vertedero-espana/file>
- ICE. (2015). Índice de cobertura eléctrica 2015. San José, C.R. Recuperado a partir de <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/10261169-f251-465d-9b95-0b17c7baa49e/cobertura2015.pdf?MOD=AJPERES&CVID=I9qpthp>
- IEA. (2015). *Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas*. Paris.
- IICE (2010). *Un análisis de la contribución económica de la pesca deportiva y comercial a la economía de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. 166 p.

- IMN. 2016. Huracán Otto. Informe técnico. Instituto Meteorológico Nacional. San José. 30 pp.
- INCOPESCA. 2015. Informe de Gestión Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura Sector Pesquero y Acuicola. Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura. Puntarenas. 18 pp.
- IndexMundi. (2017). IndexMundi - Country Facts. Recuperado 11 de agosto de 2017, a partir de <http://www.indexmundi.com/>
- Informe del Grupo Interinstitucional y de Expertos sobre los Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Consejo Económico y Social de Naciones Unidas. <https://unstats.un.org/unsd/statcom/47th-session/documents/2016-2-IAEG-SDGs-S.pdf>
- Instituto Costarricense de Acueducto y Alcantarillado-AyA (2016). Agua para consumo Humano y Saneamiento y su relación con los indicadores básicos de Salud en Costa Rica: Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Agenda para el 2030. Publicado en marzo 2016.
- Instituto Meteorológico Nacional. (agosto 2017). Glosario. <https://www.imn.ac.cr/51>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2016). INDICADORES AMBIENTALES A PARTIR DE OPERACIONES ESTADÍSTICAS DEL INEC-1996-2016. INEC.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2014). Atlas Digital de Costa Rica está a disposición del público. Cartago, Costa Rica: ITCR.
- Jackson JBC, Kirby MX, Berger WH, Bjorndal KA, Botsford LW, Bourque BJ, Bradbury RG, Cooke R, Erlandson J, Estes JA, Hughes TP, Kidwell S, Lange CB, Lenihan HS, Pandolfi JM, Peterson CH, Steneck RS, Tegner MJ, Warner RR. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293(5530): 629-637.
- Jiménez, R. (2017). Planificación Urbana en Costa Rica. Apuntes sobre nuestra forma de hacer ciudad en el último siglo. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://urbe21blog.wordpress.com/2017/01/08/planificacion-urbana-en-costa-rica/>
- Jiménez, Roy. (2016). El papel de la normativa en el desarrollo turístico y la protección de los recursos naturales en la Región Chorotega, Costa Rica. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://urbe21blog.wordpress.com/2017/09/16/el-papel-de-la-normativa-en-el-desarrollo-turistico-y-la-proteccion-de-los-recursos-naturales-en-la-region-chorotega-costa-rica/>
- Jiménez, Roy. (2017b). Los Cuadros de Purrál y el repunte de la vivienda informal. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://urbe21blog.wordpress.com/2017/10/02/los-cuadros-de-purral-y-el-repunte-de-la-vivienda-informal/>
- Jordán, Ricardo; Riffo, Luis y Prado, Antonio. (2017). Desarrollo sostenible,

urbanización y desigualdad en América Latina y el Caribe. Dinámicas y desafíos para el cambio estructural. CEPAL/GIZ. Santiago, Chile. 427 pp. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42141/1/S1700701_es.pdf

- Koepff, J. (2015). FES America Central. Obtenido de FES America Central: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/12310.pdf>
- La Nación. (08 de septiembre de 2017). Obtenido de Tragedias en espera: http://www.nacion.com/opinion/editorial/Tragedias-espera_0_1657234262.html
- La Nación. (2002). A un año... sigue riesgo en el acueducto. 11 de julio de 2002.
- La Nación. (2002). Grave emergencia tóxica. 14 de junio de 2002.
- La Nación. (2005). CCSS halla hidrocarburos en pozos usados para hacer suero. 23 de noviembre de 2005.
- La Nación. (2007). Agua potable en riesgo de contaminación hídrica. 12 de abril de 2002.
- La Nación. (2013). Costa Rica está agotando recursos de ticos que aún no han nacido. 16 de noviembre de 2013. Disponible en: http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Pais-agotando-recursos-ticos-nacido_0_1378662133.html
- La Nación. (2013b). Tomarse un respiro en el “pulmón” de San José. 3 de marzo de 2013. Disponible en: <http://www.nacion.com/el-pais/servicios/tomarse-un-respiro-en-el-pulmon-de-san-jose/4H7Y5RTN6JGDFOF7YU5G5CFAQI/story/>
- La Nación. (2015). Estado y ESPH reclaman C2540 millones a gasolinera por aparente contaminación de pozo en Heredia. 9 de octubre de 2015.
- La Nación. (2015a). Fiebre del oro destruye aldea de 2300 años en Puerto Jiménez. 9 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.nacion.com/el-pais/patrimonio/fiebre-del-oro-destruye-aldea-de-2-300-anos-en-puerto-jimenez/BMWKJKBWHBB2DCABLQUTFHMWXE/story/>
- La Nación. (2015b). Tribunal condena a exministro Roberto Dobles a tres años de cárcel por caso Crucitas. 28 de enero de 2015. Disponible en: <http://www.nacion.com/sucesos/judiciales/tribunal-condena-a-exministro-roberto-dobles-a-tres-anos-de-carcel-por-caso-crucitas/FLDTLTP2FJFMFMSO6PFRRRSEPU/story/>
- La Nación. (2016). La huella imborrable de Otto, el primer huracán que cruzó Costa Rica. 26 de noviembre de 2016.
- La Nación. (2016). Personajes 2016: Otto, el huracán que azotó Costa Rica. 2 de diciembre de 2016.
- La Nación. (2017a). Tribunal pide analizar si expresidente Oscar Arias figura como imputado en caso Crucitas. 6 de setiembre de 2017. Disponible en:

<http://www.nacion.com/el-pais/politica/tribunal-pide-analizar-si-expresidente-oscar-arias-figura-como-imputado-en-caso-crucitas/6Y4YO4QOMRFUBPAXIQWQPZUUZA/story/>

- La Nación. (2017b). Fiebre del oro en Crucitas, la mina prohibida. 21 de mayo de 2017. Disponible en: <http://www.nacion.com/el-pais/politica/fiebre-del-oro-en-crucitas-la-mina-prohibida/57444E7ZGZCL5HOEWZGKLVSKOY/story/>
- La Nación. (2017c). Fuerte operativo contra mineros ilegales en la finca Crucitas. 25 de octubre de 2017. Disponible en: <http://www.nacion.com/sucesos/fuerte-operativo-contra-mineros-ilegales-en-la/ZAK3HIBBLJFXLKI2GQHZNP4OY/story/>
- La Nación. (2017d). Migración saca a 283 nicaraguenses ilegales de finca Crucitas. 26 de octubre de 2017. Disponible en: <http://www.nacion.com/sucesos/seguridad/migracion-saca-a-283-nicaraguenses-ilegales-de-finca-crucitas/YN6C4S2EUNBPVKZQGVFGSKSLSI/story/>
- Linkimer, Lepolt y Soto, Gerardo. (2012). El terremoto de Sámara del 5 de setiembre del 2012. RSN. 134 pp.
- Lizano MA, Lizano OG. 2010. Creación de escenarios de inundación en la Ciudad de Puntarenas ante el aumento del nivel del mar. InterSedes 11(21): 215-229.
- López, M (2017). Conversación vía telefónica el 03 de agosto del 2017 sobre el proyecto: Planta de Tratamiento Los Tajos.
- López-Garro A, Zanella I, Martínez F, Golfin-Duarte G & Pérez-Montero M. 2016. La pesca ilegal en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. Revista de Biología Tropical 64 (Suppl. 1): 249-261.
- Loría, L. G. (2014). XXI Estado de la Nación . Obtenido de XXI Estado de la Nación : http://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/021/ordenamiento/Loria_Infraestructura_y_movilidad.pdf
- Losilla, M. (1992). Mapa de fuentes de acueductos y sus áreas de recarga. Heredia: FUNDECOR.
- MAG. 2007. Plan estratégico de la cadena productiva de acuicultura. Período 2008-2010. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José. 52 pp.
- MAG. 2015. Análisis de fenómenos ENOS análogos, 1997-1998 y 2015-2016. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José. 17 pp.
- MAG/MIDEPLAN. (2013). Informe: Sistematización de la información de impacto de los fenómenos naturales en Costa Rica – Período 2005-2011. 142 pp.
- Magalhães C, Wehrtmann IS, Lara LR & Mantelatto FL. 2015. Taxonomy of the freshwater crabs of Costa Rica, with a revision of the genus *Ptychophallus* Smalley, 1964 (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae).

Zootaxa 3905(3): 301-344. DOI: 10.11646/zootaxa.3905.3.1

- MAG-MIDEPLAN. 2013. Sistematización de la información del impacto de los fenómenos naturales en Costa Rica. Período 2005-2011. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. San José. 149 pp.
- Marin-Alpizar B. 2009. Comparación de las capturas entre dos tipos de dispositivos excluidores de tortugas (DET'S), en la pesca del camarón rosado *Penaeus brevirostris* en el Pacífico Norte de Costa Rica. Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura. Puntarenas. 24 p.
- Martínez Hidalgo, F. (2010). Informe Final: Evolución del sector Energía , sus patrones de consumo y su impacto en la huella de carbono. Decimosexto Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, C.R.
- MarViva. 2014. Standard for environmental responsibility in the commercialization of marine fish. MarViva. 28 pp. http://marviva.net/sites/default/files/documentos/estandar_de_responsabilidad_ambiental_para_la_comercializacion_de_pescado_de_mar.pdf
- Maskrey A. Compilador (1993) Los desastres no son naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Meza A. (2002, junio 14). Grave emergencia tóxica, Fisura en conducto ocasionó fuga de gas cloro en fábrica de la Irex. http://www.nacion.com/ln_ee/2002/junio/14/pais1.html
- MIDEPLAN. (2013). Construyendo una agenda de desarrollo para Costa Rica. Consulta Nacional Post 2015. El mundo que queremos. MIDEPLAN/Naciones Unidas. 157 pp.
- MIDEPLAN. 2010. El impacto económico de los eventos naturales y antrópicos en Costa Rica, 1988-2009. MIDEPLAN. San José. 33 pp.
- MIEM. (2016). Balance Energético Nacional - Publicaciones - MIEM. Recuperado 9 de agosto de 2017, a partir de http://www.dne.gub.uy/publicaciones-y-estadisticas/planificacion-y-balance/publicaciones/-/asset_publisher/CauNjzzq2yWA/content/balance-energetico-nacion-1?redirect=http%3A%2F%2Fwww.dne.gub.uy%2Fpublicaciones-y-estadisticas%2Fplanificacion-y-balance%2Fpub
- MINAE. (2015). VII Plan Nacional de Energía 2015-2030. PNUD. San José, C.R.
- MINAE. (2015). Política Nacional de Biodiversidad 2015-2030 Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. San José. 86 pp.
- MINAE-IMN. 2012. Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono. Ministerio de Ambiente y Energía – Instituto Meteorológico Nacional – Global Environment Facility – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, San José. 68 pp.

- MINAE-INEC. 2015. Compendio de Estadísticas Ambientales. Costa Rica 2015. Instituto Nacional de Estadística y Censos – Ministerio de Ambiente y Energía. San José. 156 pp.
- MINAET-IMN-PNUD. 2011. Análisis del riesgo actual del sector hídrico de Costa Rica ante el cambio climático. Para contribuir a mejorar el desarrollo humano. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones – Instituto Meteorológico Nacional – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 99 pp.
- MINAET-INCAE. 2012. Costa Rica: Evaluación de Necesidades Tecnológicas ante el Cambio Climático. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones – INCAE Business School. San José. 158 pp.
- MINAET-PNUD. 2010. Evaluación de los flujos de inversión y financiamiento para la adaptación al cambio climático de los sectores biodiversidad y recursos hídricos. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones – Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo. San José. 232 pp.
- Ministerio de Ambiente y Energía (2012). Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua. Dirección de Aguas del MINAE. Publicado en Junio 2012. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía (2016). Canon de Aprovechamiento de Agua. Dirección de Aguas del MINAE. Publicado en Agosto del 2016. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2008). Memoria Institucional 2007. Publicada en abril del 2008. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2010). Memoria Institucional 2010. Publicada en abril del 2011. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2013). Información sobre la gestión integral de residuos en Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2013). Memoria Institucional 2012. Publicada en Mayo del 2013. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2015). Memoria Institucional 2014. Publicada en Mayo del 2015. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2016). Memoria Institucional 2015. Publicada en Mayo del 2016. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2016). Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021. Publicado en Marzo 2016. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2016b). Estrategia Nacional para la separación, recuperación y valorización de residuos. San José, Costa Rica. 62 pp.
- Ministerio de Salud (2017). Memoria Institucional 2016. Publicada en Mayo del 2017. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2017). Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Seguridad Pública. (Mayo, 2017). Informe sobre operación de

aeronaves y personal de ayuda humanitaria. Departamento de Operaciones Aeronáuticas, Dirección de Vigilancia Aérea.

- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (2013). Obtenido de Plan Nacional de Desarrollo Urbano para la Gran Ara Metropolitana 2013: https://www.mivah.go.cr/Biblioteca_PlanGAM.shtml
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos-MIVAH (2008). Plan Regional Urbano de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica (PRUGRAM-2008-2030). San José, Costa Rica.
- MINSALUD. (2016). Reglamento de Calidad del Aire para Contaminantes Criterio. San José, C.R.
- Minte-Vera CV, Aires-da-Silva A & Maunder MN. 2015. Condición del atún aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental en 2014 y perspectivas para el futuro. Comisión Interamericana del Atún Tropical. Informe N° 16. 14 pp.
- MIVAH. (2012). Plan de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana. San José, Costa Rica.
- MIVAH. (2013). Plan Nacional de Desarrollo Urbano para la Gran Area Metropolitana 2013. Obtenido de Ministerio de Hacienda y Asentamientos Humanos: https://www.mivah.go.cr/Biblioteca_PlanGAM.shtml
- Molina, A. (2012). Balance energético nacional de Costa Rica 2011. Dirección Sectorial de Energía. San José, C.R. Recuperado a partir de <http://www.dse.go.cr/es/03Publicaciones/02Estadisticas/balances/DocumentoBalance2011.pdf>
- Montero, D. Z., & García, R. R. (2016). Matriz Energética de Costa Rica - Renovabilidad de las fuentes y reversibilidad de los usos de energía (No. 2413-6611). San José, C.R.
- MOPT/CTP-ARESEP-BCCR. (2014). Informe de avance del proyecto Sistema de Pago Electrónico en el Transporte Público. San José, C.R.
- Mora, D (2002). Agua para consumo humano y disposición de excretas en Costa Rica: Situación Actual y Expectativas-Periodo 2001-2020. AyA. Julio del 2002. Costa Rica.
- Mora, D; Mata, A y Portuguez, C (2010). Acceso a Agua para Consumo Humano y Saneamiento. Evolución en el Periodo 1990-2010 en Costa Rica. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. San José, Costa Rica.
- Morera-Beita, C.M. (2001). El desarrollo turístico de Costa Rica: un modelo en conformación. Revista GeoNotas, 5(2), 241-245.
- Mundo, B. (2017). BBC Mundo. Obtenido de BBC Mundo: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-38927134>
- Naciones Unidas (2015) GAR, Evaluación Global sobre la reducción del riesgo de desastres.
- NEEDS. 2010. Opciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en Costa Rica: hacia la carbono neutralidad en el 2021.

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones – INCAE Business School –FUNDECOR. San José. 2010. 83 pp.

- Obregón, S. (25 de Septiembre de 2014). Patrones de crecimiento urbano y su relación con el transporte. Ketzal Koatl Periódico.
- Okanogan County Public Health-OCPH (sf). Guía para comprender su sistema séptico. Okanogan, WA 98840.
- OMS. (2017). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. WHO. Recuperado a partir de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
- OPS. (2004). Calidad del agua potable en Costa Rica: Situación actual y perspectivas. Serie Análisis de situación de salud. San José, Costa Rica. 40 pp.
- Ordaz JL, Ramírez D, Mora J, Acosta A, Serna B. 2010. Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. México DF. 76 pp.
- OUGAM. (2016). Obtenido de La Gran Área Metropolitana : <http://ougam.ucr.ac.cr/index.php/la-gam>
- Panamá, G. d. (s.f.). Metro de Panamá. Obtenido de Metro de Panamá: <http://www.elmetrodepanama.com/linea-2>
- Pauly D, Christensen V, Dalsgaard J, Froese R, Torres Jr. F. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279(5352): 860-863. DOI: 10.1126/science.279.5352.860
- Pauly D, Watson R, Alder J. 2005. Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 360(1453): 5-12. DOI: 10.1098/rstb.2004.1574
- Pedroni, L. (2016). Tool for the calculation of the forest reference emission level and forest reference level (FREL/FRL) of Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Pérez, C. A. (2016). Dictaminan proyecto que promueve transporte eléctrico. Recuperado 24 de agosto de 2017, a partir de <http://www.elpais.cr/2016/04/27/dictaminan-proyecto-que-promueve-transporte-electrico/>
- PNUD. 2016. Costa Rica impulsa sostenibilidad en pesca de palangre. Comunicados de Prensa del Programa de Las Naciones Unidas para el Desarrollo en Costa Rica. Accesado el 06 de agosto de 2017. <http://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/presscenter/pressreleases/2016/12/13/costa-rica-impulsa-sostenibilidad-en-pesca-de-palangre.html>
- Poder Ejecutivo (2013) Reglamento General para a Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos. Decreto 37788-S-MINAE. San José, Costa Rica.
- Poder Ejecutivo (2015). Reglamento para el manejo y disposición final de lodos y biosólidos. Decreto Ejecutivo No. 39316-S. Publicado en la Gaceta

234 del 2 de diciembre del 2015. San José, Costa Rica.

- Poder Ejecutivo de Costa Rica (2007). Reglamento de Vertidos y Reúso de Aguas Residuales. Decreto Ejecutivo 33601MINAE-S. Publicado en la Gaceta No. 55 el 19 de marzo del 2007. San José, Costa Rica.
- Poder Ejecutivo. (2015). Política Nacional de Compras Públicas Sustentables y Creación del Comité Directivo Nacional de Compras Sustentables. Decreto Ejecutivo n° 39310 del 27 de enero de 2015.
- PRETOMA. 2013. Los pescadores artesanales de pequeña escala venden pescado de alta calidad a un restaurante de San José. PRETOMA. 18 de diciembre de 2013. <http://www.pretoma.org/es/small-scale-artisanal-fishers-sell-high-quality-fish-to-san-jose-restaurant/>
- PRIMUS (s.f.). BID-CRT1119: Programa de Movilidad Urbana Sostenible para San José, Costa Rica. Recuperado 23 de agosto de 2017, a partir de <http://www.iadb.org/es/proyectos/project-information-page,1303.html?id=CR-T1119>
- Programa Estado de la Nación, 2013. Decimonoveno Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Programa Estado de la Nación.
- Programa Estado de la Nación. (2010). Estado de la nación en desarrollo humano sostenible (Programa E). San José, C.R.
- Programa_Estado_de_la_Nación. (2014). Compendio ambiental 2014. Retrieved from <http://www.estadonacion.or.cr/difusion-prensa/audiovisuales-pen/compendio-costa-rica/compendio-costa-rica-ambiental>
- Pujol, R. (26 de Julio de 2017). Ministerio de Vivienda y Asentamiento Humano. (A. Gómez, Entrevistador)
- Puschendorf R, Carnaval AC, VanDerWal j, Zumbado-Ulate H, Chaves G, Bolaños F & Alford RA. 2009. Distribution models for the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis* in Costa Rica: proposing climatic refuges as a conservation tool. *Diversity and Distributions* 15(3): 401-408.
- Radulovich R. 2016. Pesca de arrastre enturbia el Golfo de Nicoya. La Nación. 20 de marzo de 2016. http://www.nacion.com/opinion/foros/Pesca-arrastre-enturbia-golfo-Nicoya_0_1549645023.html
- Ramírez, E. (2010). Represa Diquís del ICE genera divergencias: Indígenas y comunidades combaten proyectos de electricidad - Semanario Universidad. Recuperado 10 de agosto de 2017, a partir de <https://semanariouniversidad.com/pais/represa-diquis-del-ice-genera-divergencias-indgenas-y-comunidades-combaten-proyectos-de-electricidad/>
- Retana J, Calvo M, Sanabria N, Córdoba J, Calderón K & Cordero K. 2010. Riesgo ante eventos hidrometeorológicos extremos en Liberia, Carrillo,

Matina y Talamanca. Instituto Meteorológico Nacional – Ministerio de Ambiente y Energía – Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo – Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. 116 pp.

- Retana JA. 2014. Riesgo actual y futuro del sector hídrico ante el cambio climático. En *Adaptación al cambio climático: un reto para el desarrollo de Costa Rica*. Camacho E, Charpentier S (eds.). 9na Jornada Anual de la Academia de Centroamérica. San José. 43-46 pp.
- Rólier-Lara L, Wehrtmann IS (2011) Diversity, abundance and distribution of river shrimps (Decapoda, Caridea) in the largest river basin of Costa Rica, Central America. In: Asakura A, Fransen C (eds), *New Frontiers in Crustacean Biology*. Koninklijke Brill NV, Leiden, The Netherlands, pp 197-211, DOI: 10.1163/ej.9789004174252.i-354.140
- Rolim, S (2000). *Sistemas de Laguna de Estabilización*. McGraw-Hill Interamericana. Bogotá, Colombia.
- Román, Marcela. (2007). Desarrollo turístico e inmobiliario costero y preocupaciones ambientales. Décimotercer informe sobre el Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible. 19 pp. Disponible en: https://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/013/Desarrollo_costero_preocupaciones_ambientales.pdf
- Ross E. 2014. *Artes, métodos e implementos de pesca*. Fundación MarVviva. San José. 86 pp.
- Salazar S. 2013. Situación actual de la pesca artesanal en Costa Rica. *Anuario de Estudios Centroamericanos*, Universidad de Costa Rica 39: 311-342.
- Salazar, Carmen. (2015). Nicaraguenses inmigrantes en Costa Rica: Patrones de participación en actividades recreativas. En: *Revista Educación*, UCR, n° 39, enero-junio 2015. pp. 91-119. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/edu/v39n1/2215-2644-edu-39-01-00091.pdf>
- Samaniego, J., & Jordán, R. (2013). Estrategias de desarrollo bajo en carbono en megaciudades en América Latina. Santiago, Chile.: Naciones Unidas.
- Sánchez, Ricardo; Piedra, Gilberto; León, Sandra; y Solís, Alexander. (2013). "Amenazas químico-tecnológicas en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica" en *UNICIENCIA* Vol. 27, No. 1, Enero – junio 2013, pp. 186-214
- Sancho, F., Rivera, L., & Obando, G. (2015). *Opciones de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Costa Rica : Análisis Sectorial, Potencial de Mitigación y Costos de Abatimiento 2015-2050*. San José, Costa Rica.
- Santana, Virginia; Medina, Gabriela y Torre, Alejandra. (2014). Informe – El Convenio de Minamata sobre el Mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe. Centro Coordinador Convenio Basilea /

Centro Regional Convenio de Estocolmo para América Latina y el Caribe CCCB/CRCE. Uruguay. 45 pp.

- Santrich, Vanessa y Molina, Julián. (sf). Especial Sector de Construcción. Banco Davivienda. Dirección Ejecutiva de Estudios Económicos. 24 pp.
- Schneider JS, Foster PN, & Schneider SH. 1999. Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests. *Nature* 398: 608-610.
- Schneider, Heloisa y Samaniego, Joseluis. (2010). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. CEPAL/Gobierno de Francia. Santiago, Chile. 46 pp.
- SCIJ. (1982). Plan Regional Desarrollo Urbano Gran Área Metropolitana (GAM) por INVU. San José, Costa Rica.
- Secretaria Técnica Plan GAM 2013-2030. (2013). Mapa de Zonas Prioritarias Densificación.
- Seminario Universidad. (2015). Costarricenses mantenemos un impacto ambiental insostenible. 25 de noviembre de 2015. Disponible en: <https://semanariouniversidad.com/pais/costarricenses-mantenemos-un-impacto-ambiental-insostenible/>
- Sentencia N° 08552. Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia, San José, Costa Rica, 26 de junio de 2012.
- Sistema Costarricense de Información Jurídica. (s. f.). Recuperado 30 de agosto de 2017, a partir de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=82487&nValor3=105490&strTipM=TC
- Solano H. 2014. Guardacostas sorprenden a tres pescadores por irrespeto a veda en el Golfo de Nicoya. 2 de septiembre de 2014.
- Solano, A. 2013. Pesca en el Pacífico perjudicó a 722000 tortugas en 11 años. *La Nación*. 05 de octubre de 2013. http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Pesca-Pacifico-perjudico-tortugas-anos_0_1370262997.html
- Soto M. 2014. Cambio climático acorta las playas de Costa Rica. 04 de junio de 2014. *La Nación*. http://www.nacion.com/vivir/ambiente/Cambio-climatico-acorta-Costa-Rica_0_1418858105.html
- Soto, M. 2013. Mayoría de pescadores irrespetan la veda en el Golfo de Nicoya. *La Nación*. 5 de julio de 2013.
- Transmilenio. (2016). Transmilenio. Obtenido de Transmilenio: http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/informacion_general
- Transportes, C. R. M. de O. P. y, & Segnini Villalobos, C. (2015). Memoria institucional 2014-2015 MOPT. Recuperado 24 de agosto de 2017, a partir de <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/389>
- UE. (2010). Más inteligente y más limpio. Consumo y producción sostenibles. 25 pp. Disponible en:

http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/brochure_scp/kg006508ES_2.pdf

- UICN. (2009). Guía de gestión ambiental para minería no metálica. UICN/ORMA. Holcim. 106 pp.
- UICN. 2016. Costa Rica y Panamá se unen para reforestar la cuenca del Río Sixaola. <https://www.iucn.org/es/news/mexico-central-america-and-caribbean/201610/costa-rica-y-panam%C3%A1-se-unen-para-reforestar-la-cuenca-del-r%C3%ADo-sixaola>
- Umaña A. 2014. Impacto en la matriz energética. En Adaptación al cambio climático: un reto para el desarrollo de Costa Rica. Camacho E, Charpentier S (eds.). 9na Jornada Anual de la Academia de Centroamérica. San José. 47-49 pp.
- Unión Europea (2000). Situación presente y futura de los vertederos en la Unión Europea. Publicado en noviembre del 2000. Publicación extraída de la página del Ministerio de Salud.
- Valerio J. 2016. Recomendaciones de tallas de primera captura para especies de importancia en pesca deportiva costera y de agua dulce de Costa Rica. Outdoor Sypply LLC SRL – Stone Mountain Outdoors. San José. 29 pp.
- Vallejos, Sheily; Esquivel, Lidier; e Hidalgo, Maureen. (2012). CNE. San José, Costa Rica. 48 pp.
- Vargas, G. (1992). ESTUDIO DEL USO ACTUAL Y CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA EN AMERICA CENTRAL. Anuario de Estudios Centroamericanos, 18(2), 7-23. Retrieved from <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/anuario/article/viewFile/2273/2232>
- Vergara, Walter; Fenhann, Joergen y Schletz, Marco. (2016). Carbono Cero América Latina. Una vía para la descarbonización neta de la economía regional para mediados de este siglo. Documento de visión. PNUMA/REGATTA. UNEP/DTU Partnership. 118 pp. Disponible en: http://www.pnuma.org/publicaciones/2016_03_Zero%20Carbon_ES_05.pdf
- VII-PNE.pdf. (s. f.). VII Plan Nacional de Energía 2015-2030. Recuperado 25 de agosto de 2017 a partir de <http://www.minae.go.cr/recursos/2015/pdf/VII-PNE.pdf>
- Villalobos-Rojas F, Herrera-Correal J, Garita-Alvarado C, Clarke T & Beita-Jiménez A. 2014. Actividades pesqueras dependientes de la ictiofauna en el Pacífico Norte de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 62 (Suppl. 2): 119-138.
- Vindas L. 2013. Proyecto de la UNA e INCOPESCA incrementará producción de ostras en Costa Rica. El Financiero. 27 de enero de 2013. http://www.elfinancierocr.com/negocios/ostras-Incopesca-UNA_0_233976614.html
- Vindas, L. 2013. Sector pesquero de Costa Rica crece con intermitencias. El

Financiero. 28 de Julio de 2013.
http://www.elfinancierocr.com/negocios/pescado-atun-exportaciones_0_343165707.html

- Wehrtmann IS, Benavides C, Clarke T, Espinoza M, Herrera J, Nielsen V, Nivia J, Romero R, Villalobos F & Villegas E. 2011. Los recursos de aguas profundas del Pacífico de Costa Rica: monitoreo 2009-2011. CIMAR-MarViva-The Rainbow Jewels SA. San José. 37 pp.
- Whitfield SM, Bell KE, Philippi T, Sasa M, Bolaños F, Chaves G, Savage JM & Donnelly MA. 2007. Amphibian and reptile declines over 35 years at La Selva. PNAS 104(20): 8352-8356.
- Wo Ching, Eugenia. (2014). Costa Rica: the first Latin American country free of open-pit gold mining, pp. 216-229. En: Westra, Laura y Vilela, Mirian. The Earth Charter, Ecological Integrity and Social Movements. Earthscan/Routledge. 250 pp.
- Worm B, Hilborn R, Baum JK, Branch TA, Collie JS, Costello C, Fogarty MJ, Fulton EA, Hutchings JA, Jennings S, Jensen OP, Lotze HK, Mace PM, McClanahan TR, Minto C, Palumbi SR, Parma AM, Ricard D, Rosenberg AA, Watson R, Zeller D. 2009. Rebuilding global fisheries. Science 325(5940): 578-585. DOI: 10.1126/science.1173146
- XXI Informe Estado de la Nación.pdf. (2015). Capítulo 4. Armonía con la naturaleza. Pág. 191 Recuperado 23 de agosto del 2017 a partir de <http://www.estadonacion.or.cr/21/assets/pen-21-2015-baja.pdf>
- XXII Informe Estado de la Nación.pdf. (2016). Capítulo 4. Armonía con la naturaleza. Pág 171. Recuperado 23 de agosto del 2017, a partir de http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/022/PEN-22-2016-BOOK-BAJA.pdf