



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

**Economía circular en el Siglo XXI hacia el cumplimiento
del Objetivo 12 de la Agenda 2030**

TESIS

**Para obtener el grado de
Licenciada en Relaciones Internacionales**

PRESENTA

Karla Cruz Torres

DIRECTOR DE TESIS

Alfredo Córdoba Kuthy



Ciudad Universitaria, CD. MX. 2021

*Compramos cosas que no necesitamos,
con dinero que no tenemos,
para agradar a gente a la que no le importamos”.*

Émile Henri Gauvreau

ÍNDICE

<u>INTRODUCCIÓN.</u>	5
<u>CAPÍTULO 1.</u> LOS CAMBIOS EN LAS RELACIONES ECONÓMICAS INTERNACIONALES A PARTIR DE LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES: MODELOS MONOPÓLICOS DE DESTRUCCIÓN AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DE LAS RELACIONES INTERNACIONALES.	14
<u>1.1.</u> Los cambios internacionales a partir de las Revoluciones Industriales	17
<u>1.1.1.</u> Del mercantilismo al liberalismo como resultado de la Primera Revolución Industrial (siglo XVIII-XIX).	18
<u>1.1.2.</u> La consolidación del liberalismo económico tras la Segunda Revolución Industrial (S. XIX-XX).	21
<u>1.1.3.</u> La Tercera Revolución Industrial: sus efectos globalizadores y la desestatalización de la economía (S. XX-XXI).	27
<u>CAPÍTULO 2.</u> LOS EFECTOS DE LA INDUSTRIA EN EL MEDIO AMBIENTE: RESPONSABLES Y RESPUESTAS.	34
<u>2.1.</u> Efectos de la industria en el medio ambiente.	38
<u>2.1.1.</u> Impactos de la industria en la atmósfera.	41
<u>2.1.2.</u> Impactos de la industria en la hidrósfera.	44
<u>2.1.3.</u> Impactos de la industria en la biosfera.	46
<u>2.1.4.</u> Impactos de la industria en la litósfera.	49
<u>2.1.5.</u> El problema de los residuos sólidos.	50
<u>2.1.6.</u> El problema de los residuos electrónicos.	53
<u>2.2.</u> ¿Quiénes tienen mayor deuda ecológica en el mundo y cuál ha sido la respuesta ante tal responsabilidad?	56
<u>2.3.</u> Responsabilidad ambiental más allá de la visión estatocéntrica: Deuda ecológica privada.	67
<u>2.3.1.</u> Desigualdad de la huella ecológica.	70
<u>2.3.2.</u> Empresas más contaminantes del mundo.	72
<u>CAPÍTULO 3.</u> ECONOMÍA CIRCULAR COMO MODELO ECONÓMICO Y DE PRODUCCIÓN AMBIENTALMENTE RESPONSABLE: PERSIGUIENDO EL OBJETIVO 12 DE LA AGENDA 2030.	76

<u>3.1. Fundamentos de la economía circular.</u>	80
<u>3.2. Áreas de aplicación de la economía circular y sus beneficios potenciales.</u>	83
<u>3.2.1. Agua.</u>	84
<u>3.2.2. Manufactura.</u>	91
<u>3.2.3. Producción de Alimentos.</u>	96
<u>3.2.4. Electrónica y productos eléctricos.</u>	98
<u>3.2.5. Energía.</u>	100
<u>3.3. Contribución y retos de la Economía circular para alcanzar el objetivo 12 la agenda 2030.</u>	106
<u>3.3.1. Retos de la producción y el consumo responsable en términos de la economía circular.</u>	108
<u>3.3.2. Tendencias de consumo actual.</u>	111
<u>3.3.3. Responsabilidad de las empresas.</u>	116
<u>3.3.4. El papel del gobierno para incentivar la transición hacia la Economía circular e impulsar el objetivo 12 de los ODS.</u>	119
<u>CONCLUSIONES.</u>	130
<u>RECOMENDACIONES FINALES</u>	133
<u>ANEXOS.</u>	135
Anexo 1. Factores que favorecieron la industrialización de Francia, Alemania, Estados Unidos y Japón en el siglo XIX.	135
Anexo 2. Cambios sociales, económicos y políticos durante la Segunda Revolución Industrial.	136
Anexo 3. Elementos que impulsaron la Tercera Revolución Industrial.	137
Anexo 4. Tres criterios de clasificación de la industria.	139
Anexo 5. Emisión de GEI por sectores económicos.	139
Anexo 6. Tipos de contaminantes atmosféricos más comunes y sus fuentes.	140
Anexo 7. Materiales de la litósfera usados por tipo de material en el periodo de 1900 a 2005.	141
Anexo 8. Transformación de los ODM a ODS.	141
Anexo 9. Anexo B del protocolo de Kioto de 1997.	142
Anexo 10. Gráfico. Emisiones derivadas de los hábitos de consumo per cápita según los distintos niveles de ingreso a nivel mundial.	142
Anexo 11. Marcas que controlan la industria alimentaria global.	143

Anexo 12. Apéndice 1 de la base de datos de los mayores productores de CO2.	144
Anexo 13. Objetivos del Desarrollo Sostenible.	145
Anexo 14. Escuelas de pensamiento de la economía circular.	146
Anexo 15. Proceso de tratamiento de aguas residuales domésticas.	147
Anexo 16. Productos y servicios pensados desde una visión de economía circular.	148
Anexo 17. Matriz Energética Mundial 1990 – 2015.	155
Anexo 18. Energía Primaria: Consumo por tipo de combustible.	156
Anexo 19. Medidas fiscales y no fiscales en materia ambiental usadas por algunas ciudades.	156
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</u>	162
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	171

INTRODUCCIÓN

Para comprender los problemas ambientales de la actualidad (2020), incluido el cambio climático, es menester identificar los impactos producidos en las formas de organización social, política y económica a partir de las Revoluciones Industriales. Los procesos desencadenados por las Revoluciones Industriales se han vuelto irreversibles y se han traducido en exponenciales problemas de contaminación; en el incremento global de la temperatura; el agotamiento de los recursos naturales; la extinción de especies y de ecosistemas; la desertificación y erosión de los suelos; mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos; entre muchos otros.

El primer capítulo aborda los cambios en las relaciones económicas internacionales a partir de las Revoluciones Industriales, proceso simultáneo al desarrollo de diferentes teorías económicas desde mediados del siglo XVIII. La periodicidad utilizada para identificar los cambios económicos, políticos, sociales y ambientales, corresponde a los períodos de cada una de las revoluciones industriales. El primer capítulo explica las formas de organización principalmente económicas que se convirtieron en las predominantes y, cómo tales formas de organización impactaron en la relación de las sociedades humanas con el medio ambiente.

El segundo capítulo aborda de manera cuantitativa (recursos extraídos, estrés hídrico, niveles de contaminación, etcétera) los diversos impactos de la industria en la atmósfera, la biosfera, la hidrósfera y la litósfera, todos componentes del medio ambiente. Además, se señalan algunos de los actores que, debido a sus acelerados procesos de industrialización tienen la mayor deuda ecológica en el mundo, para con ello, identificar a los principales responsables y las respuestas generadas ante tal responsabilidad, todo, desde una perspectiva estatocéntrica y privada.

En el tercer capítulo se define a la economía circular como modelo de producción que busca transformar los procesos lineales de producción y consumo, hacia procesos circulares donde los recursos se mantengan infinitamente en el sistema económico, reduciendo la generación de residuos, el desperdicio de energía, recursos y mano de obra. Este capítulo incluye los fundamentos de la economía circular, algunas de las áreas donde se puede implementar, así como, los beneficios potenciales y las aportaciones que la economía circular puede tener para cumplir con el objetivo 12 de la Agenda 2030, sin desligarlo de los restantes 16 objetivos que componen la Agenda 2030.

Planteamiento del problema

El estallido de la Primera Revolución Industrial a mediados del siglo XVIII sentó las bases para un proceso de producción masivo y lineal (extraer, producir, comerciar y desechar). Tal proceso requirió el uso extensivo de los factores de producción; la introducción de nuevas técnicas y herramientas; formas más estructuradas de organización capitalista; el uso extensivo de la mano de obra; el ininterrumpido suministro de materias primas y; el acceso a nuevas fuentes de energía. Aunque inicialmente favoreció cambios políticos, económicos y sociales en Europa, su expansión geográfica fue acelerada y a lo largo de tres siglos se ha consolidado como el principal modelo de desarrollo.

A pesar de que algunos científicos y pensadores enfatizaron en los impactos negativos de las actividades industriales sobre los sistemas socio-ambientales, sus aportaciones no tuvieron gran resonancia en las sociedades del siglo XVIII y XIX debido a que esto significaba quedar rezagados en un proceso de transformación económico y social en una época en que el desarrollo era indisociable del crecimiento económico y podría traducirse en pérdida de competitividad y preponderancia en el escenario internacional.

Fue hasta el siglo XX, que las preocupaciones por los temas ambientales lograron tener cabida dentro de las agendas nacionales e internacionales con mayor relevancia. La década de 1960 fue particularmente significativa en el impulso de los temas ambientales debido a la gran movilidad social en torno a nuevos temas que ya no se enfocan únicamente en la guerra, la inestabilidad internacional, los conflictos armados o las disputas comerciales y políticas, sino que, se buscaron posicionar temas de mayor impacto social como los derechos humanos, la equidad de género, los temas ambientales, entre otros. Los temas ambientales cobraron relevancia a nivel Estatal, dados los costos que los problemas ambientales representaban al presupuesto gubernamental, en especial costos asociados al sector salud debido al incremento de enfermedades vinculadas con la mala calidad del aire y el agua, o el incremento de enfermedades por vectores propiciados por la contaminación de las urbes, y que se replicaban también en las zonas rurales (Ávila; 2013).

Durante las décadas subsecuentes, se celebraron cumbres y conferencias donde se buscaba el posicionamiento de los temas ambientales en las agendas nacionales e internacionales. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, 1972) sería una de las más importantes.

A pesar de que no se lograron consolidar instituciones, procesos, normas, reglas y procedimientos internacionales para garantizar el impulso de los temas ambientales dentro de las agendas, fungió como precedente para dar mayor visibilidad a los temas ambientales, proceso que se vería reflejado en el Informe Brundtland de 1987, donde se recupera la noción de los límites de la naturaleza (planteados desde el informe Los límites del crecimiento del Club de Roma en 1972), y se reitera el llamado a cambiar los patrones de producción y consumo.

Es en Brundtland donde se plantea el término de Desarrollo Sostenible (DS en adelante), el cual, pese a las críticas y debates en cuanto a la traducción, es ampliamente aceptado como análogo entre sostenible y sustentable. Algunos años más tarde, en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (1992), se insistió en la necesidad de crear mecanismos internacionales que coadyuvaran a la preservación de los recursos naturales, se enfatizaron los temas del desarrollo económico ligados al medio ambiente, y especialmente, se reconoció la responsabilidad de los países de mayor industrialización en los problemas ambientales del siglo y su papel en la solución de los mismos. (Ávila; 2013).

Aunque el DS propone una transición hacia modelos de crecimiento y desarrollo que integren la triple dimensión: económica, social y ambiental, su interpretación era ambigua, en otras palabras, las estrategias y mecanismos que deberían implementarse para lograr el DS, dependerían también de la interpretación que cada actor hiciera de dicho término. Comprendiendo la complejidad del DS, desde la Cumbre de Río hasta la actualidad se ha trabajado a nivel internacional por crear una ruta de acción que cada país pueda adecuar a sus características y a su realidad, y sobre todo, que abarque la complejidad de los procesos sociales, económicos y ambientales, este trabajo a nivel internacional desembocó en la creación e institucionalización de los denominados Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS en adelante) donde el tema de desarrollo humano y los temas ambientales dejar de ser vistos como procesos divergentes y se integran en una sola agenda, la Agenda 2030, la cual establece 17 objetivos y 169 metas a nivel global que permitan lograr el DS.

La industrialización prevalece como la estrategia predilecta para que los países en desarrollo y los propios países desarrollados impulsen el crecimiento económico y detonen el desarrollo humano, sin embargo, la perspectiva lineal desde la cual se concibe la industrialización, se traduce también en un alto impacto a la naturaleza.

Diversos estudios e instituciones internacionales hacen hincapié en que esta forma de crecimiento económico basado en una industria lineal es uno de los principales contaminantes del planeta, tanto por las emisiones de gases de efectos invernadero (GEI) como por los residuos y desechos que envían a los sistemas naturales de forma dañina, sin omitir, el agotamiento de los recursos, la contaminación hídrica y las afectaciones a la biodiversidad. Adicional, desde una visión antropocéntrica, se relaciona con múltiples problemas de salud y costos económicos tanto privados como públicos destinados a subsanar tales impactos.

A través de la economía de mercado, tales impactos son abordados como externalidades negativas, es decir, aquellos impactos que se derivan del ejercicio de ciertas actividades y que no se previó que se generarían, por lo que no se reflejan en el costo de un producto o servicio (Helbling; 2010, P. 1). Los costos de externalidades usualmente pasan a ser públicos, por lo que, deben ser subsanados con presupuesto gubernamental y, por ende, por las contribuciones fiscales de la propia sociedad, quienes son también los principales afectados. Reconociendo tal problemática, la propia Agenda 2030, propone la integración de una visión sustentable en los modelos de desarrollo industrial y crecimiento económico, para prevenir las externalidades negativas, o, en su defecto, mitigar el riesgo que representan a nivel social y ambiental.

Desafortunadamente y pese a los esfuerzos en torno a la consolidación de la Gobernanza Ambiental Global, los Estados no son capaces de dar una respuesta integral ante la complejidad sistémica de los problemas ambientales, por ello, es necesario también observar cómo es que otros actores como los individuos y principalmente las empresas, pueden contribuir al fortalecimiento del DS, puesto que éstos últimos son los principales beneficiados del crecimiento económico y son, por ende, responsables de muchos de los problemas ambientales de la actualidad.

Todas estas preocupaciones por establecer modelos económicos sustentables, han repercutido en los círculos de estudios, investigación, innovación, gobiernos y empresas en aras de encontrar modelos y formas de producción que sean menos dañinas con el medio ambiente. Tal es el caso de la Economía circular, un modelo que busca transformar los modelos de producción lineales (extracción-producción-consumo-desecho) por modelos cíclicos donde, siempre se mantengan a los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos (EMF, 2017).

Para poder comprender la contribución que la economía circular puede representar en la solución de algunos de los problemas ambientales contemporáneos y en particular, su contribución para alcanzar los ODS planteados por la Agenda 2030, es necesario comprender:

- ¿Cómo las relaciones económicas internacionales contribuyeron a la perpetuación de modelos de producción lineales con graves impactos en el medio ambiente?
- ¿Cuáles han sido las respuestas internacionales ante las problemáticas que entrañan los actuales modelos de producción y quienes son los principales responsables en el mundo?
- ¿Cuáles son los efectos que tiene el modelo económico de producción industrial lineal en el medio ambiente?
- ¿Por qué la economía circular puede ser una alternativa para lograr la producción y el consumo responsable ambientalmente?

A partir de lo anterior, se podrá responder a la principal pregunta de investigación: ¿Representa la economía circular un modelo económico de producción ambientalmente responsable y puede contribuir con ello al Objetivo 12 (Producción y Consumo responsable) de los ODS?

Justificación

Gran parte de los problemas ecológicos y ambientales que aquejan en la actualidad a los sistemas naturales y humanos (incluido el cambio climático), son atribuibles a los modelos de desarrollo económico basados en acelerados ritmos de industrialización, por el uso excesivo de recursos y el ritmo de agotamiento de estos, sin olvidar las externalidades negativas que repercuten directamente en el medio ambiente y la salud humana.

En la actualidad y como resultado de un ejercicio histórico para el establecimiento de un marco regulatorio de protección del medio ambiente, los países de industrialización más remota reconocen su responsabilidad en cuanto a los efectos que su desarrollo industrial generó para el resto del mundo, es decir, reconocen su deuda ecológica. Desde la Declaración de Estocolmo se establece el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas”, con lo que se reconoce que todos los actores Estatales y no Estatales tienen la responsabilidad de cuidar el medio ambiente.

De la Cumbre de la Tierra emana la Declaración de Río, y es en este documento donde se institucionalizó este principio, destacando que los países de mayor desarrollo económico e industrial, deben ser también los responsables de liderar el cambio, pues su deuda ecológica es mayor y más antigua. Este mismo documento plantea, que, 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. (ONU; 1992)

Es en este contexto que comienzan a plantearse formas distintas de producción como la economía circular, donde convergen diversas líneas de pensamiento con un objetivo esencial: crear modelos de producción ambientalmente responsables y cuyo impacto sobre el sistema natural, sea mínimo, o en el mejor de los casos, nulo. La economía circular recupera la importancia de los ciclos biológicos y técnicos, y su consecuente aplicación a las actividades antropogénicas, principalmente de producción, uso de energía y de recursos.

La economía circular se fundamenta en tres principios: a) preservar y mejorar el capital natural, es decir, cuando se necesitan recursos, el sistema circular los selecciona sabiamente y elige tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o del más alto rendimiento, siempre que sea posible, además de que se fomenta el flujo de nutrientes creando condiciones para la regeneración del suelo y con ello el aumento del capital natural; b) optimizar el uso y rendimiento de los recursos, basado en el diseño para la reelaboración, renovación y reciclaje, manteniendo en circulación los materiales y componentes; y c) fomentar la eficiencia del sistema revelando y eliminando externalidades negativas. (Cerdá & Khalilova; 2016, P. 12)

De acuerdo con lo anterior, la economía circular se presenta como una alternativa a los modelos de desarrollo económico e industriales que aún carecen de esta visión ambiental y en los que aún prevalecen prácticas con graves impactos ambientales y sociales. Una de las principales ventajas de su implementación incluye la reducción de costos, asimismo, no plantea destruir a las industrias o limitar el crecimiento económico, por el contrario reconoce la importancia de la industria como fuente de empleo; oferente de productos para la satisfacción de las necesidades; como motor económico y como fuente de innovación, enfatizando una cuestión particular, si la industria sigue ignorando las cuestiones ambientales en el futuro, no habrá forma de que esta persista, dado el agotamiento de los recursos y los costos de las externalidades.

Desde hace décadas y en varias regiones del mundo, la economía circular se ha venido incorporando en políticas públicas y en los modelos empresariales. Se trata de un esfuerzo liderado por países europeos, nórdicos y escandinavos principalmente, a los que se han ido sumando otros, entre ellos: China, Estados Unidos, Japón, Chile y México.

Uno de los principales retos para lograr la transición hacia esta economía, es la resistencia e incapacidad de las grandes empresas multinacionales de adaptarse a esta forma de producción que requiere cambios en la línea de producción, en la infraestructura, pero esencialmente en la estructura empresarial y el esquema de negocios, lo cual requiere inversión y cambios en la forma de pensar la producción y la comercialización, pese a los retos y la resistencia que el sector empresarial puede llegar a tener, es necesario impulsar modelos de producción y consumo ambientalmente responsables, y tal como expresa Nadya Zhexembayeva (2014):

Ya no se trata de limitarse a hacer productos verdes o de reciclar los residuos, sino de integrar la sostenibilidad en el corazón del negocio y en la mente de toda empresa, empezando, desde luego, por los directivos. No solo los productos han de ser sostenibles, sino que la empresa y toda su estrategia lo ha de ser. Y no hay que centrarse en los costes que ello supone, porque ya no hay elección: el futuro o es ya sostenible o no será. (P. 8)

Entre los objetivos que la Agenda 2030 establece, se encuentra el objetivo 12, que busca impulsar la producción y el consumo responsable. Cada vez son más las empresas que se alinean a la economía circular en aras de alcanzar las metas establecidas en este objetivo, sin embargo, con la participación de la sociedad y el impulso a la economía circular desde el sector gubernamental, la transición puede acelerarse. Son contados los gobiernos, empresas y demás agentes económicos que están implementando este modelo de producción en el mundo, y por ello, parte de este trabajo, enfatiza los beneficios potenciales de la economía circular para la iniciativa pública y privada.

Ya no se puede hablar únicamente de los Estados como responsables de la actual crisis ecológica. Basta con observar que, de las 100 entidades más ricas del mundo, 69 son empresas, incluidas algunas como Walmart, Toyota, Shell y Apple (Global Justice Now; 2018). Entre los principales emisores de GEI a nivel mundial se pueden identificar empresas como Coal China (14.3%), Saudi Arabian Oil Company (4.5%), Gazprom (3.9%) y otras del sector de hidrocarburos (Heede; 2014), a las cuales se agregan empresas de la industria alimenticia señaladas por Oxfam (2014), como Associated British Foods, Coca-cola, Danone, General Mills, Kellogg y otras.

Lo anterior enfatiza la necesidad de abordar las cuestiones ambientales desde los ámbitos público, social y privado. Identificar responsables y potenciales agentes de cambio, así como, las estrategias que están surgiendo desde la economía circular, para cumplir con los objetivos de la Agenda 2030.

Objetivos

El principal objetivo de esta investigación es: discernir las características, principios y elementos que componen a la economía circular como un modelo de producción alternativo al modelo de producción lineal e identificar sus aportes a la Agenda 2030, en particular al Objetivo 12: Producción y consumo responsable. Los objetivos particulares planteados para lograr el objetivo principal, son:

- Identificar los impactos generados a partir de la Revolución Industrial del siglo XVIII y explicar su relación con la globalización de modelos de producción industrial estandarizados y lineales.
- Identificar las respuestas internacionales ante las problemáticas que entrañan los modelos de producción lineal en el marco de la globalización, así como, a los principales responsables en el mundo.
- Comprender y explicar los impactos que las actividades económicas e industriales de carácter lineal tienen a nivel socio-ambiental.
- Definir los elementos que caracterizan a la economía circular e identificar sus aportaciones al objetivo 12 de la Agenda 2030.

Hipótesis

La hipótesis que guía la investigación es: “La implementación de la economía circular representa una alternativa viable para alcanzar el objetivo 12 (Producción y consumo responsable) de la Agenda 2030 y acelerar su implementación en la actualidad y en los años venideros contribuirá a reducir las externalidades negativas y los daños ecológicos que se generan con las actividades antropogénicas actuales.

Marco teórico

El marco teórico, está sustentando en la evolución y adaptación de las teorías del desarrollo pasando desde el enfoque estrictamente económico, a una visión humana del mismo, para finalmente culminar en la conceptualización del desarrollo sustentable, como un desarrollo que necesita el equilibrio entre la sociedad, la economía y el gobierno.

Esta investigación también está sustentada en la teoría de la interdependencia compleja de Keohane y Nye, que permite analizar las respuestas globales de los Estados, de las empresas y de la sociedad civil, a partir de la convergencia de una serie de factores que ayudan a crear procesos de comunicación multinivel y multi-organizacional con el fin de atender una problemática en común como lo son los problemas ambientales y el cambio climático.

La teoría de la sociedad del riesgo permite explicar como aquellas amenazas ambientales a nivel global, han conformado una nueva conciencia en favor de la preservación de los recursos, del cuidado del medio ambiente, y, han influido en la toma de decisiones y, sobre todo, en la acción global desde diferentes sectores para transformar las formas en que el ser humano se relaciona con la naturaleza, impulsando transformaciones estructurales que permitan reducir los riesgos inminentes.

Métodos y técnicas de investigación

Dado el carácter multidisciplinario de la investigación, se recurrirán a los métodos y técnicas de las relaciones internacionales, asimismo, necesitará de la Economía y la Ecología como disciplinas de apoyo con el fin de poder complementar el análisis relativo a la temática de carácter económico-ambiental. En virtud de su carácter documental y explicativo, en esta investigación se utilizaron métodos y técnicas analíticas y descriptivas, fundamentada en fuentes bibliográficas, hemerográficas y electrónicas con el fin de presentar la información más actualizada que sea conveniente para la investigación en torno a la economía circular.

Actualmente existe una vasta literatura que señala la importancia de implementar la economía circular dentro de los modelos de producción de las empresas y los gobiernos, así como en las políticas públicas. Se puede señalar el trabajo de autores como William McDonough (1989), Michael Braungart (1989), Peter Lacy (2015), Jakob Rutqvist (2015), Delphine Gallaud (2016), Blandine Laperche (2016), Salah El Hagggar (2010), Robert C. Brears (2018), Jiangguo Qi, Zhao Wenjun y Xushu Peng (2016), Ad van Wijk y Iris van Wijk (2015). Así como los esfuerzos de promoción de la economía circular de la Fundación Ellen MacArthur, el Foro Económico Mundial, la Plataforma para Acelerar la Economía circular, la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) entre muchas otras que trabajan con ahínco para incentivar la transición hacia esta forma de producir y consumir.

CAPÍTULO 1.

LOS CAMBIOS EN LAS RELACIONES ECONÓMICAS INTERNACIONALES A PARTIR DE LAS REVOLUCIONES INDUSTRIALES: MODELOS MONOPÓLICOS DE DESTRUCCIÓN AMBIENTAL EN EL CONTEXTO DE LAS RELACIONES INTERNACIONALES.

Las Relaciones Internacionales entrañan el estudio de fenómenos sociales en un escenario internacional complejo, convulso y dinámico, en constantes cambios. Truyol, define las relaciones internacionales como *“aquellas relaciones entre individuos y colectividades humanas que en su génesis y su eficacia no se agotan en el seno de una comunidad diferenciada y considerada como un todo, que fundamentalmente (pero no exclusivamente) es la comunidad política o Estado, sino que trasciende sus límites”* (citado por Barbé, 1995, P. 19)

Las Relaciones Internacionales como disciplina, tienen como objeto de estudio fundamental a la sociedad internacional, cimentada para su estudio en tres criterios elementales: a) actores internacionales, aunque tradicionalmente se abordaba a los Estados como los actores internacionales por excelencia, la propia dinámica del escenario internacional ha favorecido la participación de más actores, como las empresas, las organizaciones no gubernamentales, e inclusive individuos; b) el criterio de localización, clásicamente referido a las fronteras que dividían a un Estado de otro, pero que se ha transformado para incluir también la noción de transaccionalidad, donde la frontera se transforma en un punto de paso, no de división; finalmente, c) el criterio de las interacciones, donde pueden estar englobadas una amplia gama de actividades, ideas y bienes que traspasan las fronteras de los Estados, generando intercambios sociales, culturales, económicos y políticos. (Barbé, 1995, P. 19-22)

La necesidad de una disciplina cuya preocupación principal sea el fenómeno de la guerra, es lo que da origen en 1919 al nacimiento de las Relaciones Internacionales, en una antesala histórica marcada por las enfermedades, las plagas y la creciente industrialización. Previo a la primera cátedra de Relaciones Internacionales (cátedra Woodrow Wilson de la Universidad de Galesren Aberystwyth), diversas disciplinas en diversas etapas históricas habían abundado en internos de explicar el origen de la guerra, sin embargo, faltaban categorías y conceptos que entendieran y explicaran a la sociedad internacional más allá de relaciones interestatales o políticas. (Barbé, 1995)

Debido a su amplitud, las Relaciones Internacionales desempeñan el papel de disciplina-macro, que implica un carácter interdisciplinar, es decir, la sociedad internacional no puede ser reducible a los conceptos y categorías usadas por la sociología, la ciencia política u otras ciencias sociales, requiere sus propias categorías, originadas en el marco de las relaciones internacionales, donde la interdisciplinariedad (conjunción y aproximación transversal de varias disciplinas) juega un papel en la construcción de tales conceptos y categorías. (Barbé, 1995)

Las Relaciones Internacionales han estado dominadas por el debate realista – idealista. En enfoque realista destaca al Estado como suprema unidad política, donde las relaciones internacionales se caracterizan por el uso de la fuerza como recurso legítimo ante una sociedad internacional anárquica y conflictiva. De acuerdo con el realismo, los Estados operan racionalmente en función del interés nacional y de la relación de fuerzas, así el equilibrio de poder en la escena internacional, permite a los Estados sobrevivir y perpetuarse. Por otro lado, la corriente idealista propone a las relaciones internacionales con un carácter cooperativo puro, donde el Estado pierde relevancia en favor del individuo, es decir, los intereses de todos los hombres son idénticos. (Barbé, 1995; Del Arenal, 1989)

La comprensión y explicación de la sociedad internacional a partir de dos paradigmas contrapuestas, correspondió a momentos históricos determinados. El idealismo encuentra su máxima expresión en la creación de la Sociedad de Naciones en 1919, cuando varios países mostraron su interés por cooperar mediante una estructura organizacional que funcionara como plataforma de diálogo para los intereses particulares de cada Estado. El estallido de la Segunda Guerra Mundial en 1939, por otro lado, materializa gran parte de los postulados realistas.

De acuerdo con Celestino del Arenal (1989, P. 166), el cambio en el campo de las relaciones internacionales, puso en entredicho los paradigmas tradicionales, así, la formulación de nuevas y diferentes respuestas ante la realidad internacional requirió nuevas conceptualizaciones, ideas y categorías sobre los procesos clave, los actores y las imágenes del mundo. Los cambios internacionales en la década de 1970, abrieron paso a nuevos paradigmas, ante la incapacidad del realismo y el idealismo de explicar esos cambios.

Para otros paradigmas (sociedad mundial o interdependencia compleja, por ejemplo) las relaciones internacionales corresponden a un modelo basado en factores culturales, tecnológicos y económicos, no sólo políticos, donde la aparición de nuevos actores limitaba el margen de maniobra de los Estados, añadiendo nuevos problemas en la agenda internacional como el subdesarrollo, la desigualdad, el hambre, la explosión demográfica, el agotamiento de recursos, el desequilibrio ecológicos y los derechos humanos.

Los cambios propiciados tras la Segunda Guerra Mundial no solo fueron trascendentales en el campo teórico de las Relaciones Internacionales. Las innumerables afectaciones que vulneraron, ya no solo la paz, sino la propia condición humana en el mundo durante la Segunda Guerra Mundial, catapultaron dentro de las prioridades internacionales el régimen de los Derechos Humanos, la guerra evidenció la incapacidad de los Estados de garantizar la seguridad, la paz y el bienestar de sus ciudadanos sin la existencia de cooperación internacional, sobre todo, cuando prevalecían los intereses particulares sobre los colectivos.

Si bien Inglaterra (1689) y Francia (1789) ya reconocían respectivamente los derechos humanos en la *Carta de Derechos*, y en la *Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano*, es hasta la presentación de la Carta de la ONU (1945) y la Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948), que los derechos humanos son reconocidos como universales, y, en 1993 en la Conferencia Mundial de Derechos Humanos en Viena, desestimó toda pretensión de jerarquización de derechos al reafirmar el principio de indivisibilidad, universalidad e interdependencia de los mismo (Juárez, 2008)

Entendiendo a los derechos humanos como aquellas prerrogativas o pretensiones de individuos o grupos de individuos que se presentan como derechos no renunciables que corresponden a sus titulares por la simple razón de ser humanos o un grupo de humanos, los Objetivos del Desarrollo del Milenio y la Agenda 2030 ambos de la ONU, están pensados desde la perspectiva de los derechos humanos universales, con esbozos claros a derechos de libertad, igualdad, solidaridad, información, respeto a la autonomía del sujeto, entre otros. Los derechos humanos han influido en el enfoque disciplinar de las Relaciones Internacionales, tal como refiere Juárez (2008):

[...] la irrupción de los derechos humanos incide en el enfoque disciplinar de las relaciones internacionales, toda vez que logra incorporar temáticas tales como: feminismo o género, medioambiente, desarrollo sustentable, globalización y democracia, migraciones, temas todos que han tenido en las dos últimas décadas del siglo pasado y en lo que va del presente un mayor grado de aproximación desde la teoría de las relaciones internacionales, comenzando a ser parte de la agenda que hace a su objeto y práctica [...]. (P. 362)

1.1. Los cambios internacionales a partir de las Revoluciones Industriales.

El desarrollo industrial ha ejercido diversos efectos sobre las formas de organización de las sociedades, abarcando dimensiones que van desde lo político, cultural, económico, educativo, social, financiero, ambiental, entre otras tantas. Para comprender la construcción de la sociedad contemporánea, también denominada “sociedad del consumo”, hay que entender la evolución de las sociedades a partir de momentos claves, que han contribuido en la construcción de las sociedades modernas, proceso que en la actualidad está afectando tanto a los sistemas humanos como a los sistemas naturales, siendo el cambio climático un proceso de deterioro ambiental extremo.

Gran parte de los esfuerzos actuales por combatir el cambio climático se abocan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los cuales son responsables del aumento de la temperatura en la tierra. En este sentido, los objetivos globales en el siglo XXI, reafirman la necesidad de corregir los problemas ambientales que se han incrementado a partir de la Primera Revolución Industrial de mediados del siglo XVIII, como punto de quiebre en la relación del hombre con la naturaleza, debido a que ese momento histórico se caracteriza por un acelerado crecimiento económico y demográfico de las sociedades humanas, con el consecuente deterioro ambiental.

El proceso de industrialización de las sociedades ha impulsado el desarrollo: partiendo de optimización y agilización de los procesos de producción para generar ofertas de consumo mayores; pasando por la simplificación de procesos cotidianos a fin de acrecentar el bienestar humano (electrodomésticos, tecnología, comunicaciones, etcétera); la reducción de costos (monetarios y en fuerza de trabajo); hasta la consolidación de modelos de progreso fundamentados en la industria, como medio potenciador de las capacidades humanas mediante la oferta de nuevas oportunidades de empleo e incremento de los ingresos para la satisfacción de las necesidades.

Hablar de *revolución* entre otras acepciones, alude a un cambio fundamental en un orden o un estado de cosas (Tello e Ibarra, 2013, P. 16). Por ello, para comprender el origen de los cambios económicos, sociales, políticos, culturales y por supuesto ambientales, es necesario entender los efectos derivados de la transformación en los procesos de producción.

1.1.1. Del mercantilismo al liberalismo como resultado de la Primera Revolución Industrial (siglo XVIII-XIX).

Desde el siglo XVI hasta mediados del siglo XVIII el proceso económico mundial era predominantemente mercantilista, es decir, que la riqueza y poder de una nación se debía a la cantidad de oro y plata obtenidos del comercio de bienes al exterior, no importando el volumen de los bienes exportados siempre y cuando fueran mayores que las importaciones. Se concebía como un juego de suma cero, donde el superávit comercial de un país era equivalente al déficit comercial del otro. Durante este periodo, el papel del Estado era determinante para mantener el superávit comercial, mediante el establecimiento de cuotas y aranceles a la importación. (Hill, 2015, PP. 161-162)

Entre los procesos que impactaron la configuración de los Estados y de la sociedad en general, destacan: a) la Ilustración y con ella el consecuente desarrollo en la ciencia y la tecnología; b) la Reforma Protestante en Inglaterra y la aceptación de ideas liberales en favor de la acumulación de capital en manos de los privados; c) la invención de la máquina de vapor por Thomas Newcomen en 1708, de la cual derivaron otras máquinas que llevaron al inicio de la Revolución Industrial; d) la independencia de los Estados Unidos en el continente americano (1776) y la reconfiguración de las relaciones internacionales; e) las deposiciones monárquicas influenciadas por la Revolución Francesa (1789) y la adopción de la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano; f) no menos importante, el desarrollo de la ciencia económica y el progresivo rechazo al mercantilismo a partir de la obra de Adam Smith *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, así como, del pensamiento económico de David Ricardo plasmado en 1821 en el libro "*Principios de la Economía Política*". (Córdoba, 2018; Cazadero, 1995)

La Primera Revolución Industrial ubicada históricamente a mediados del siglo XVIII (entre 1760 y 1770 aproximadamente) implicó una ruptura abrupta en los procesos de producción basados en talleres artesanales, manufacturas y agricultura. La introducción de nuevas técnicas y tecnologías (maquinarias derivadas de la máquina de vapor) produjeron la mecanización de los procesos inicialmente manufactureros y textiles, haciéndolos más eficientes y generando mayor oferta de productos en menos tiempo y a costos menores, productos que traspasaron las fronteras de Inglaterra gracias a la invención del ferrocarril (1815) y al desarrollo de los barcos de vapor unos años más tarde.

La Primera Revolución Industrial se puede definir a partir de cinco innovaciones tecnológicas claves (Cuadro 1), cuyo desarrollo estuvo concatenado y favorecido por las necesidades de la época.

Cuadro 1. Cinco innovaciones claves que propiciaron la Primera Revolución Industrial				
MÁQUINA DE VAPOR	DESARROLLO DE LA METALURGIA	FABRICACIÓN DE HERRAMIENTAS	TEXTILES	FERROCARRILES
1668. Thomas Savery inventa una máquina de vapor para drenar las minas.	1709. Abraham Darby produjo hierro fundido con carbón mineral. Años más tarde (1722) Darby produciría los cilindros para las máquinas de Newcomen.	La falta de precisión de las herramientas representaba un rezago tecnológico importante, era más común el uso del latón que del hierro y el acero.	1764. James Hargraves construye <i>spinning jenny</i> , máquina que permitía hilar hasta 8 hilos a la vez.	1804. Trevithick crea la <i>Pen-y-darran</i> , locomotora que carecía de precisión y era demasiado pesada.
1708. Thomas Newcomen inventa la máquina de vapor atmosférica, de mayor eficiencia.	1750. Abraham Darby II obtuvo hierro fundido de mayor calidad hasta convertirlo en hierro forjado. Se popularizó el uso del hierro fundido en todo tipo de herramientas y piezas de maquinaria.	1775. John Wilkinson perfeccionó un procedimiento para el maquinado interior de superficies cilíndricas de gran tamaño. Crucial para el desarrollo de la máquina de Watt.	1769. Richard Arkwright crea la <i>water frame</i> , una máquina que hilaba en un proceso continuo y estaba mecanizada por la energía hidráulica, y más tarde por las máquinas de Watt.	1826. Timothy Hackworth construyó la locomotora <i>Royal George</i> , la cual aún tenía muchas deficiencias.
1765. James Watt mejora el modelo de Newcomen y añade un condensador externo, haciendo más eficiente el uso del combustible.	1784. Henry Cort perfeccionaría el proceso para fundir el hierro. Ya para 1790 el carbón mineral tenía el dominio de la industria del hierro inglesa.	Otros inventores e industriales produjeron diversas máquinas herramienta con la capacidad y precisión necesarias para la industria.	1774. Samuel Crompton crea <i>mule Jenny</i> , una máquina cuya calidad de hilo era superior a las dos anteriores, sin embargo, es fuertemente repudiado por los trabajadores desempleados.	1829. Robert Stephenson crea la locomotora <i>Rocket</i> , la cual se convertiría en una de las locomotoras operables a gran velocidad.
Fuente: Elaboración propia a partir de Cazadero, Manuel. (1995). <i>Las Revoluciones Industriales</i> . PP. 19-35				

Entre los factores que auspiciaron el estallido de la Primera Revolución Industrial destacan: a) el aumento en la productiva agrícola, excedente que se exportaba y facilitaba la acumulación de capital (acentuando también el despojo de tierras de los campesinos); y b) el crecimiento demográfico y el aumento en la oferta de mano de obra, dando oportunidad a los dueños de las industrias de pagar sueldos bajos e incrementar la plusvalía, al grado que se llegaban a contratar niños para las labores industriales con deplorables condiciones laborales e ínfimos salarios, acentuando la desigualdad.

La dinámica alcanzada en las ciudades como centros fabriles impacto en diversos planos:

- **Social:** migración masiva; estratificación (burgueses industriales y proletariado); surgimiento de sindicatos para reivindicar los derechos laborales; reordenamiento territorial para vivienda e industrias; transformación del modelo laboral de agricultores o campesinos a obreros.
- **Político:** fortalecimiento del control político del Estado en varias esferas, incluido el comercio internacional; la Iglesia pierde representatividad en la toma de decisiones políticas; permeabilidad de la Declaración de los derechos del Hombre y Ciudadano adoptada en Francia; reclamo de derechos ciudadanos por las asociaciones y sindicatos laborales; y, la incidencia de la clase burguesa en las políticas económicas.
- **Economía:** industrialización de otros sectores económicos; Inglaterra se convierte en una potencia comercial; otros Estados comenzaron su proceso de industrialización (Bélgica, Holanda, Suiza, Francia, Alemania y el norte de Estados Unidos); concentración de capitales en manos de unos pocos; el transporte ferrocarrilero favorece al comercio internacional junto a las ideas liberales “*comercio como medio para alcanzar el bienestar*”.
- **Ambiental:** incremento en la extracción de carbón mineral (principal fuente de energía); aumentó el dióxido de carbono concentrado en las ciudades y generación de enfermedades (tisis algodonera); impulso a la industria minera y siderúrgica; cambios a gran escala en el uso de los suelos para agricultura, ganadería y construcción.

Las transformaciones introducidas durante la Primera Revolución Industrial fueron más allá de la industria pesada, los textiles y las manufacturas, implicaron cambios en la forma de vida de las sociedades y en las relaciones sociales, sin omitir los cambios en las relaciones internacionales. Aunque las transformaciones productivas gestadas en Inglaterra la posicionaron como una potencia, la Revolución Industrial se haría extensiva luego al resto de Europa y progresivamente al mundo, comenzando así, un proceso de competencia constante por el mejoramiento de las tecnologías existentes, su aplicación en diversos sectores económicos y eventualmente una lucha por los mercados para el posicionamiento de sus productos. Tal fenómeno es explicado por Cazadero (1995):

[...] las revoluciones industriales [...] no son fenómenos circunscritos a un Estado-nación, sino procesos históricos de dimensiones mundiales. En Inglaterra y después en otros países se construyeron instalaciones industriales, pero éstas no hubieran podido funcionar sin un abastecimiento continuo y en gran escala de materias primas, apertura de amplios mercados para sus productos, etc., y para que estos elementos se materializaran en la proporción necesaria se requirieron grandes transformaciones en el mundo. (Cazadero, 1995, PP. 38-39)

1.1.2. La consolidación del liberalismo económico tras la Segunda Revolución Industrial (S. XIX-XX).

El contexto internacional de la segunda mitad del siglo XIX se caracteriza por una creciente interconexión política, económica y cultural en diversas regiones del mundo. Entre los sucesos que destacan en este período histórico, se encuentran: la consolidación de los nacionalismos en América Latina; crecimiento económico exponencial de los Estados Unidos; la lucha imperialista en Europa por la expansión, dominio y explotación de territorios en otras regiones del mundo; las confrontaciones bélicas derivado del expansionismo imperialista. Derivado de tal contexto internacional, se generaron cambios trascendentales en las relaciones económicas internacionales, como consecuencia de: a) el estallido de la Primera Guerra mundial (1914-1919); b) la caída de Wall Street (“*el jueves negro*”) y la consecuente crisis de la década de 1930; y finalmente c) el estallido de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945).

Para mantener la capacidad productiva adquirida por determinados países en el marco de la Primera Revolución Industrial fueron necesarias dos condiciones nuevas: el acceso a los insumos para su transformación masiva en bienes de consumo (colonialismo) y, el acceso a los mercados para posicionar los excedentes de producción (librecambismo). De acuerdo con Charles Hill (2015), la tradición librecambista de Gran Bretaña se originó con la Ley de Granos de 1846, con la desgravación de los impuestos a los cereales, se buscaba un trato recíproco por parte de otros países para poder introducir sus productos. (P. 205)

Ya en la segunda mitad del siglo XIX, Francia, Alemania, Estados Unidos y Japón se encontraban inmersos en el proceso de industrialización, desplazando a Inglaterra de la posición de dominio en el comercio internacional de mercancías logrado gracias su industrialización temprana, a la extensión territorial de su imperio, al liderazgo en los medios de transporte y al control de las rutas comerciales, así como, al valor de la libra esterlina como moneda internacional de pago, aspecto donde el Estado fungió un papel primordial como emisor y regulador del dinero para los nuevos movimientos internacionales de capital. (García, 2003, P. 7) Diversos factores fueron necesarios para favorecer la industrialización de Francia, Alemania, Estados Unidos y Japón, los cuales adquirieron la mayor capacidad de rivalizar y eventualmente, superar el liderazgo comercial de Inglaterra. ([Véase Anexo 1](#)).

La industrialización también permeó en países como Bélgica y Países Bajos, mientras que en algunos otros países persistía la economía de base agraria como en Rusia, España e Italia, aunque no por ello quedaron excluidos de la dinámica industrial pues presentaban ciertos niveles de industrialización en regiones específicas como en Moscú, Cataluña y Piamonte respectivamente. (García, 2003) En el resto de los países, en el siglo XIX, se iniciaron procesos de descolonización e inclusive procesos de construcción de la identidad nacional, sin embargo, carecían de los elementos estructurales para poder industrializarse al mismo nivel y ritmo con que lo hacían Alemania, Francia, Estados Unidos y Japón. Tal fue el caso de China, cuyas dinámicas de inestabilidad al interior le impidieron insertarse en los procesos industrializadores de la Segunda Revolución Industrial.

Las condiciones necesarias para lograr tal integración eran complejas y requerían de una serie de factores concatenados de forma armónica, en palabras de Manuel Cazadero (1995):

Los procesos industrializadores implican la integración de complejas estructuras de innovaciones tecnológicas, las cuales a su vez [...], requieren de una multitud de factores favorables en la sociedad, que incluyen las relaciones con el entorno natural, los nexos sociales, la naturaleza del poder político, la ideología prevaleciente e incluso oscuros mecanismos del inconsciente operando en la colectividad. Todo ello equivale a armar un gigantesco rompecabezas histórico en que un conjunto complejo de elementos debe integrar una totalidad funcional. Los países que consiguieron armar esos rompecabezas con un mínimo de operatividad se industrializaron; el resto no pudo hacerlo. (P. 90)

A diferencia de la Primera Revolución Industrial, el cimiento de la Segunda Revolución Industrial y los cambios provocados a nivel mundial no se debían únicamente a las innovaciones tecnológicas, éstas fueron resultado de la dinámica productiva y respondía a las nacientes necesidades del mundo industrializado, como lo fue la máquina de combustión interna, el vehículo automotor y el desarrollo de otras industrias como la química, entre otros. (Cazadero, 1995, P. 106)

Los cambios fundamentales se dieron en torno a las formas de organización económicas, políticas y sociales, se pueden identificar cinco aspectos que fueron primordiales en este proceso:

- 1) Diversificación de la matriz energética: petróleo, electricidad producida a partir de carbón y a finales del siglo XIX la energía nuclear.
- 2) Concentración de capitales en grandes empresas, lo que les permitió sobrevivir a la competencia, impulsar la innovación científica y tecnológica, absorber a otras empresas y controlar sectores completos bajo la figura de trust.
- 3) Internacionalización de capital principalmente mediante las empresas transnacionales que operaban en cualquier parte del mundo.

- 4) Adopción de innovadores modelos de división técnica del trabajo, esencialmente el taylorismo y el fordismo.
- 5) Estado de bienestar, como forma de combatir la pobreza y el desamparo de los estratos más desfavorecidos económicamente. (Véase Anexo 2)

La constante competencia entre los Estados industrializados, así como, los crecientes procesos de transnacionalización, impulsaron el desarrollo científico y tecnológico, exigiendo mayor innovación, de ahí el desarrollo de otras industrias como el acero y la química, y ya en el siglo XX, la industria automotriz, aeronáutica y las telecomunicaciones.

Durante este periodo (s. XIX y s. XX) las propias relaciones económicas entre los países industrializados repercutieron en el ámbito político. Las disputas por el liderazgo económico y el acceso a las nuevas fuentes de energía se traducían en querellas territoriales por el control de los recursos y la propia expansión para acceder a nuevos mercados, de ahí que, los conflictos bélicos que se suscitaron por todo el mundo en este periodo, fueron también el escenario donde los países hicieron gala de sus adelantos científicos y tecnológicos de aplicación bélica.

La producción industrial en la década de 1930 alcanza dimensiones masivas, todo con el fin de: a) lograr la recuperación de la economía tras la caída de la bolsa de Nueva York en 1929 y la sucesiva crisis económica que acarreo; y, b) administrar mejor los capitales disponibles. Para poder responder al ritmo de producción desencadenado con el taylorismo y fordismo en EU, se recurrió a la exportación de capitales estadounidenses a las colonias inglesas y francesas en Asia Pacífico favoreciendo a las grandes empresas corporativas mundiales, al trasladar parte de sus procesos productivos a esta región para expandir la economía y de mercado y recuperar sus márgenes de ganancia. (Córdoba, 2018, P. 21)

De acuerdo con diversas fuentes (Fitzpatrick, 2011; Keeble, 2013) la obsolescencia programada es un fenómeno que se disparó luego de la depresión económica de 1929, como un mecanismo para la recuperación económica. El término de obsolescencia programada fue usado por Bernard London en 1932 en un folleto titulado "*Poner fin a la depresión a través de la obsolescencia planificada*" (London, 1932: 1, Citado por Keeble, 2013, P. 6).

La expresión sería popularizada por el diseñador industrial Brooks Stevens en 1954, en una charla en Minneapolis, de la cual ha prevalecido la frase *"Inculcar en el comprador el deseo de poseer algo un poco más nuevo, un poco mejor, un poco antes de lo necesario"* (Stevens, 1960, citado por Keeble, 2013, P. 6), expresión que representa la lógica de producción en la época posterior a la depresión y que perdura hasta la actualidad.

El término "obsolescencia" fue empleado desde 1900 para describir productos desactualizados. De acuerdo con Keeble (2013: 8), durante la primera década del siglo XX, la obsolescencia programada se limitó a mejoras útiles pero básicas en los equipos de cocina, sin embargo, esto empezó a cambiar debido a la industria automotriz. Con la introducción del arrancador electrónico para automóviles lo cual hizo obsoletos a los autos de manivela usados hasta entonces. El propio Keeble expresa: *"Durante los primeros días, o antes de 1800, las empresas no tenían la mentalidad de comercializar a los clientes de una manera tan agresiva para convencerlos de que compraran productos más y más nuevos. Las empresas estaban más interesadas en mejoras tecnológicas que eran vitales para el producto"* (8).

Una de las primeras empresas en utilizar la obsolescencia programada como estrategia de mercadeo al por mayor para generar mayores ventas fue General Motors, quien se aprovechó de la bonanza económica de la década de 1920 y empezó a ofrecer automóviles, que, si bien no tenían innovaciones tecnológicas importantes, eran diseñados para hacerlos atractivos visualmente para los consumidores. (Keeble, 2013: 9)

La unión mundial de productores eléctricos Phoebus, es otro ejemplo de la década de 1920, donde la obsolescencia programada se convirtió en el eje del crecimiento económico de las empresas involucradas. Formada en Ginebra en 1924 por las compañías eléctricas: Philips, Osram y General Electric. Fue una unión creada para controlar la producción de bombillas, reduciendo el tiempo de vida útil que estas tenían, con el fin de incentivar su reemplazo en menores periodos de tiempo. El documento de Phoebus expresaba:

La vida media de las lámparas para el servicio de iluminación general no debe garantizarse, publicarse u ofrecerse por un valor diferente a 1000 horas. La vida útil de 1000 horas en esta definición significa vida media para / agotarse en condiciones normales de prueba de laboratorio a voltaje nominal (Dannoritzer 2010, citado por Keebler, 2013).

El crecimiento económico mundial del período de la postguerra, se debe entre otras cuestiones, al fortalecimiento de las economías centralizadas por el Estado. De acuerdo con Tello e Ibarra (2013), la rectoría Estatal que comienza a caracterizar a la sociedad internacional durante el periodo que abarca la Segunda Revolución Industrial, se debe a cinco cuestiones particulares:

- Malestar social acumulado durante el período de depresión económica y la SGM.
- Temor a retornar a las condiciones de depresión del periodo de entreguerras.
- La necesidad de reasignar recursos productivos a la sociedad civil.
- Lograr la reconstrucción de las economías europeas (las no comunistas) y la japonesa.
- Temor a la expansión del comunismo como forma alternativa de organizar las actividades económicas, tanto en los países industrialmente avanzados como en los países atrasados, incluidos los de reciente independencia.

Precisamente la segunda mitad del siglo XIX se caracteriza también por una transformación teórica en virtud de la reconfiguración del mundo en la postguerra. Las Teorías del desarrollo aparecen como una especialidad de la ciencia económica en el contexto posbélico de 1945, históricamente coincide con los movimientos de liberación nacional en países colonizados de Asia y África, y con el reclamo de países soberanos de América Latina para impulsar el desarrollo autónomo. La noción de desarrollo de esta época es equivalente a crecimiento económico, concepción que se transformaría en el periodo de postguerra.

En cuanto a las esferas de impacto de la Segunda Revolución Industrial, destacan:

- **Social:** reestructuración social para asimilar la nueva base tecnológica; individualismo burgués que deriva en problemas sociales para los grupos excluidos de la dinámica capitalista, como el desempleo, la pobreza, la marginación, entre otros; ensanchamiento de la brecha entre las clases sociales (dicotomía ricos - pobres); la modernidad europea en las ciudades aumenta en medida que avanza la tecnología; posterior a la crisis de 1929 se enfatiza la importancia de políticas favorables para los trabajadores, al igual que la asistencia social.

- **Política:** aparición de polos nuevos de poder político; permeabilidad de las ideas liberales (incluido el derecho a la propiedad privada) y republicanas; la Revolución rusa y el movimiento obrero crearon el primer Estado socialista (en oposición al capitalismo); levantamientos indígenas en América que pugnaban por el anticolonialismo mediante fuertes nacionalismos; reparto de África entre las potencias vencedoras de la Primera Guerra Mundial (Francia, Bélgica, Holanda); ascenso del imperio estadounidense; estallido de la Primera Guerra Mundial; la creación de la Sociedad de Naciones en un intento de solución pacífica de las controversias internacionales; estallido de la Segunda Guerra Mundial; creación de la ONU y el establecimiento de Plan Marshall.
- **Economía:** subsistencia de las empresas familiares mediante capitalización bancaria y sociedades anónimas; surgimiento de los monopolios industriales, control de los precios y concentración de capitales; desarrollo de otros sectores industriales; alteración de la interdependencia económica entre las naciones; tiene lugar la primera crisis del capitalismo en 1930; el taylorismo y el fordismo como los modelos de producción propician el nacimiento de la sociedad de consumo masivo en EU; firma de los tratados desiguales con China y el posicionamiento de productos europeos y el control de sus rutas comerciales; universalización del dólar como principal divisa del comercio mundial; Plan Marshall para la reconstrucción de Europa.
- **Internacional:** desintegración de antiguos imperios; América Latina se inserta al sistema mundial principalmente como productor y exportador de materia prima; el colonialismo de África garantiza el abasto de insumos para la producción industrial europea; surgimiento de instituciones supranacionales de nuevo tipo; la devastación en Europa tras la Segunda Guerra Mundial, abre el camino al liderazgo económico de EU.
- **Ambiental:** extracción acelerada de los recursos naturales y de diversos fenómenos de contaminación; el químico Angus Smith identificó en 1853 la lluvia ácida como resultado las altas concentraciones de óxido de azufre y de nitrógeno en el aire, advirtiendo sus graves efectos a la salud; se observan los impactos de la lluvia ácida en los bosques de países nórdicos y la consecuente desaparición de ecosistemas y recursos naturales de la región. (Atilio, 2006, P. 11)

1.1.3. La Tercera Revolución Industrial: sus efectos globalizadores y la desestatalización de la economía (S. XX-XXI).

Para las Relaciones Internacionales la segunda mitad del siglo XX es citada frecuentemente como un punto de partida para hablar de la reconfiguración del mundo y de la sociedad en general, con especial énfasis en los procesos desencadenados luego de la Segunda Guerra Mundial (1945). La Tercera Revolución Industrial (mediados del siglo XIX hasta el siglo XX) se caracteriza por adelantos científicos y tecnológicos que rompieron las limitaciones que imponían las fronteras físicas entre países, por ello es también denominada la época del desarrollo de las comunicaciones, lo cual acentuó la interconexión entre las sociedades internacionales y también la interdependencia.

En el marco de la Guerra Fría (1947-1989) y la disputa entre el bloque capitalista y socialista, el desarrollo industrial cobra relevancia como vía para la reconstrucción europea tras la devastación de la guerra y como mecanismo de desarrollo económico (establecimiento de zonas de influencia) en regiones como Asia pacífico, América y otras, proceso auspiciado por el descenso francés y británico, lo que llevó a EU a ampliar su mercado. Es en este periodo (1950-1960) incrementa el consumo de recursos naturales y de hidrocarburos, disparando la emisión de gases de efecto invernadero.

Auspiciada por la rectoría Estatal, la economía mundial presentó crecimientos sostenidos, ya que, el Estado podía y debía intervenir para compensar las insuficiencias del mercado, los ricos perdieron el poder acumulado desde el estallido de la Revolución Industrial (ingresos y control de los procesos productivos) en cuanto a la orientación de las políticas económica y social. (Tello e Ibarra, 2013)

El desarrollo económico alcanzado durante más de medio siglo a causas de la industrialización reordenó las relaciones económicas internacionales: Europa se recuperó de la devastación de la guerra, y con la unificación, fue capaz de competir con el liderazgo estadounidense; Japón aprovechó la inyección de capitales de EEUU y fomento el desarrollo de industrias de alta tecnología, convirtiéndose en líder económico regional en Asia Pacífico; la inserción de los países africanos en la economía mundial (procesos independentistas) como proveedores de materia prima pero con fuertes disparidades económicas internas; los países de Medio Oriente fomentaron la inversión en la industria petrolera principalmente, fortalecidos por la creciente demanda de hidrocarburos en el mundo; los países latinoamericanos se fortalecieron económicamente como exportadores de materias primas, perpetuando una gran dependencia de productos industriales y tecnológicos. ([Véase Anexo 3](#))

El crecimiento económico mundial y el exponencial crecimiento del intercambio de bienes y servicios fue resultado de una serie de mecanismos y organizaciones que velaban por la desregulación comercial y la eliminación de barreras al comercio, entre ellos: el Fondo Monetario Internacional (FMI) y del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), con los que se construyó un sistema monetario que facilitara el crecimiento económico y con los cuales se logró fijar la paridad del dólar con el oro, siendo el dólar la divisa de referencia para fijar la conversión de las otras monedas, de esta forma se controlaban los tipos de cambio para dar estabilidad al comercio internacional y los países se obligaban a reducir la inflación (precios de los productos frente al poder adquisitivo). (Hill, 2015).

El Acuerdo General de Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés) adoptado en 1945 mediante la Carta de la Habana, establecía normas para el establecimiento de relaciones comerciales entre los países y brindó mecanismos novedosos de solución de controversias; en cuanto a los mecanismos regionales, destaca el caso de la Comunidad Económica Europea (CEE), modelo de integración que se convertiría en referencia para otras regiones del mundo, y que tras algunos años transitó hacia la unión total. (Hill, 2015; Cazadero, 1995).

En menester mencionar, que, durante el periodo posguerra el enfoque predominante del desarrollo es neoclásico, donde el desarrollo supone transformar la sociedad de un estado tradicional caracterizado por el estancamiento y la subsistencia, a una sociedad dinámica capitalista centrada en el sector emprendedor. Desde esta visión, el desarrollo es equivalente a la consolidación capitalista de la sociedad, mediante la erradicación de la sociedad tradicional agrícola, la cual no representa desarrollo. Dentro de ese enfoque neoclásico, Whitman Rostow sostiene que los países con menos desarrollo se encuentran en una situación de retraso transitorio inevitable, por lo que tendrán que transitar por cinco etapas en común para alcanzar el desarrollo: *a)* sociedad tradicional (agricultura de subsistencia); *b)* creación de las condiciones previas al arranque; *c)* despegue; *d)* camino a la madurez (que dura sesenta años); y *e)* etapa del consumo de masas donde los principales sectores de la economía se desplazarán hacia la producción de bienes de consumo duraderos y gran parte de la población adquirirá un elevado nivel de vida. (Gutiérrez, 2007, P. 47)

Varios autores, se deslindaron del enfoque neoclásico, negando que el subdesarrollo constituya una etapa normal del desarrollo y que, por el contrario, es un fenómeno histórico y específico de ciertas sociedades determinado por la condición periférica y de un rezago estructural del sistema productivo.

De acuerdo con autores como Raúl Prebisch (1988), al no ser beneficiados por los procesos de industrialización, muchos sectores de la población quedaron excluidos, adquiriendo en consecuencia, un carácter subordinado con respecto a los centros. En palabras de ese autor: *“La hegemonía de los centros, y especialmente del centro dinámico principal, se asentó en su superioridad económica, financiera y tecnológica, en la fragmentación de la periferia, en la tendencia al desequilibrio del intercambio, y en aquella subordinación o dependencia (...)”*. (Prebisch, 1988, P. 206)

Las teorías de la CEPAL sobre el desarrollo, fueron evolucionando de forma sincrónica con la realidad latinoamericana, partiendo de la relación centro-periferia, no es de extrañar, que las diversas etapas del pensamiento cepalino hayan enfatizado la importancia de procesos como la industrialización, el incremento de las exportaciones y otros métodos ampliamente implementados por los países desarrollados (o aquellos que representaban el centro).

Durante los primeros 50 años pueden identificarse cinco etapas en la obra de la CEPAL, en torno a "ideas-fuerza" o "mensajes": a) orígenes y años cincuenta: industrialización; b) años sesenta: "reformas para desobstruir la industrialización"; c) años setenta: reorientación de los "estilos" de desarrollo hacia la homogeneización social y hacia la diversificación pro exportadora; d) años ochenta: superación del problema del endeudamiento externo mediante el "ajuste con crecimiento"; e) años noventa: transformación productiva con equidad. Por coincidencia, cada etapa duró aproximadamente un decenio. Éstas siguen de cerca la evolución histórica de la región latinoamericana. (CEPAL, 2013)

De acuerdo con Raúl Prebisch (1988), los países del centro (o desarrollados), buscan el desarrollo de la periferia en la medida que son beneficiosos a sus propios intereses, lo cual genera un tipo de desarrollo que carece de una visión de gran alcance, no profundiza socialmente y donde, difícilmente converjan los intereses mutuos. (Prebisch, 1988, P. 207). En ese sentido, el desarrollo de los países en América Latina depende de su papel como abastecedores de materias primas hacia los países desarrollados, así, si la economía a la cual abastece crece y se desarrolla, el país abastecedor también lo hará, caso contrario, sufrirán los efectos negativos (Gutiérrez, 2007, PP. 49-50).

Los enfoques del desarrollo enfocados en la visión económica se vieron materializados con la bonanza económica que caracteriza al periodo de postguerra, fundamentado en altos niveles de producción industrial, de dimensiones globales mediante el fortalecimiento de las empresas transnacionales, figura que nace como resultado de la dinámica de la Segunda Revolución industrial la cual, adquiere mayor relevancia durante el siglo XX.

Manuel Cazadero explica que, durante el periodo de postguerra, la transnacionalización se aceleró:

En 1950, al terminar la época de estancamiento, de 135 empresas transnacionales europeas una gran mayoría (116) operaba filiales manufactureras en menos de seis países extranjeros, y únicamente tres de ellas tenían filiales en más de 20 países. En notorio contraste, en 1970, al culminar el gran proceso de internacionalización del capital productivo, ya solo una minoría de 31 empresas seguía limitando sus operaciones a menos de seis países, mientras que la mayoría actuaba en un número mayor y 29 compañías operaban en más de 20 naciones. La expansión de las empresas estadounidenses en el escenario económico internacional fue aún más dinámica. En 1950, de 181 firmas, 138 operaban en menos de seis países y ninguna tenía filiales en más de 20; en 1970 la situación era radicalmente distinta: sólo nueve empresas continuaban operando en menos de seis países y 44 lo hacían en más de 20. (Cazadero, 1995, P. 134)

En uno de los escenarios más críticos de la segunda mitad del siglo XX, se encuentra la crisis económica que se desencadenó en 1971 y se prolongó hasta la década de 1980. La causa principal fue: la pérdida de competitividad en el comercio internacional de Estados Unidos frente a Europa y Japón, así, EEUU tenía un enorme déficit comercial y público, aunque presentaba superávit de capital dadas sus altas tasas de interés que atraían capitales europeos y asiáticos. Dado que la divisa de referencia era el dólar, el resto de los países desarrollados indispuestos a seguir pagando el déficit comercial y público de EEUU, amenazaron con la venta de dólares para elevar el valor de sus divisas, lo que obligó al gobierno estadounidense a corregir su déficit público y con ello dar fin al Estado de bienestar, momento histórico de consolidación de la ideología neoliberal. (Solomon, 2000)

Las presiones inflacionarias que generó el déficit público estadounidense en los países desarrollados se agravaron con el primer choque petrolero en 1973, puesto que, los costos de producción se dispararon al ser sistemas industriales de ineficiencia energética, estos elementos aunados a la presión al alza de los salarios para hacer frente a la inflación (sin lograrlo), produjeron el estancamiento productivo, repercutiendo en las utilidades de las empresas y disparando la inflación. (Tello e Ibarra, 2013, PP. 31-32)

La incapacidad de los denominados Estados de Bienestar de evitar la crisis económica, se tradujeron en la transformación de las relaciones de poder en el mundo. Para mediados de 1970, las empresas comenzaron a recuperar su influencia en las esferas económica y política, resultado de las políticas neoliberales iniciadas en Estados Unidos con Ronald Reagan y en Gran Bretaña con Margaret Thatcher. En palabras de Tello e Ibarra (2013) *“La exitosa Revolución de los Ricos buscó de manera paulatina aumentar su influencia en la conducción de la economía, orientarla a sus objetivos y, en esa medida, recuperar su participación en la riqueza y en el ingreso. Y lo hicieron prestigiando el pensamiento y las ideas económicas más a modo a sus intereses el pensamiento Neoliberal”* (P. 14)

Las pocas empresas que sobrevivieron a la crisis de los años setenta, fueron favorecidas por la penetración de las ideas neoliberales durante ese periodo, pues se da una fragmentación definitiva del Estado de bienestar de estilo keynesiano, ya que el neoliberalismo entre otros aspectos promovía: la eficiencia de los mercados dotados de capacidad para autorregularse; la dignidad y libertad individuales como pilares de la economía de mercado, ideales que debían ser llevados a las universidades; que la intervención Estatal sólo velará por el buen y competitivo funcionamiento del mercado (o que simplemente no interviniera); la "libre" y la "equitativa" competencia entre los individuos debe ser el orden que prevalezca. (Tello e Ibarra, 2013)

Es importante señalar que gracias a la aplicación de la informática y la electrónica en los procesos industriales y en las finanzas, se consolida la era de la automatización de la cadena productiva, mientras que, la conexión internacional entre los agentes financieros agilizó las transacciones y favorecieron el intercambio de mayores volúmenes de productos. Así mismo, el embargo petrolero de 1973 evidenció la extrema dependencia de los países industrializados hacia los hidrocarburos, obligándolos a buscar procesos de producción con mayor eficiencia energética y de recursos, se dio como resultado la modernización de las instalaciones fabriles mientras que se recurrió a la transferencia de la tecnología obsoleta e ineficiente energéticamente hacia otras regiones del mundo.

Mientras que en Inglaterra y en Estados Unidos imperaban las políticas proteccionistas, los países que se encontraban en proceso de industrialización padecieron la denominada "década perdida", década que entre otras cuestiones propició el establecimiento del Consenso de Washington mediante una serie de imposiciones económicas y financieras a cargo del BM y del FMI, conocidos como los 10 puntos del Consenso de Washington. (Solomon, 2000)

Los cambios en los esquemas de producción internacional y en la división internacional del trabajo, contribuyeron a disminuir el papel del Estado en la rectoría de la economía, pues gran parte de los países afectados por la crisis y que presentaban altos índices de desempleo, pobreza, y en general bajos índices de calidad de vida, se vieron obligados a aceptar la ayuda del FMI y del BM a cambio de préstamos y de ayuda para pagar sus endeudamientos externos, lo que les obligó a desregular sus fronteras comerciales y a permitir la entrada de los capitales, dicho de otro modo, se favoreció la relocalización de las empresas con altos índices de consumo energético y contaminación dentro de sus fronteras, a fin de dejar que el mercado se autorregulara.

La desintegración de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) en 1991 fue el momento decisivo del sistema capitalista, pues nuevos países se integraron a la dinámica economía internacional, con claras aspiraciones a alcanzar el desarrollo logrado por occidente. Así mismo, la liberalización comercial internacional entraba en una contradicción tras los acuerdos comerciales de tipo regional que comenzaron a presentarse tras 1994, es decir, ya no se buscaba el mismo trato comercial con todos los países, sino que se creó una dinámica excluyente del mercado, es decir, beneficios entre las economías con acuerdos comerciales particulares y cuotas arancelarias diferentes para el resto. (Solomon, 2000)

La globalización nace de este contexto, las comunicaciones y la informática tuvieron un fuerte impacto en la expansión de los mercados. En un primer momento, por la capacidad de difundir modelos de comportamiento, de vida y de consumo a través de los sistemas de entretenimiento; y, segundo, por la disponibilidad de recursos de otras partes del mundo, como importaciones o mediante la relocalización de empresas en territorios geográficos remotos (transnacionalización). Tal como explica Ulrich Beck (1999): La globalización posibilita [...] que los empresarios, sobre todo los que se mueven a nivel planetario, puedan desempeñar un papel clave en la configuración no sólo de la economía, sino también de la sociedad en su conjunto, aun cuando «sólo» fuera por el poder que tienen para privar a la sociedad de sus recursos materiales (capital, impuestos, puestos de trabajo). (P. 17)

A partir de la década de 1990 que se logra disociar la noción de desarrollo del crecimiento económico mediante la *Teoría del desarrollo humano* del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Desde esta perspectiva, el desarrollo ya no puede medirse solamente con los indicadores económicos tradicionales, se debe incluir la dimensión social, política y cultural, y todo ello, debe reflejar el derecho fundamental de las personas a tener una vida saludable, creativa, digna y longeva. Fue en el primer Informe Mundial sobre Desarrollo Humano de 1990, donde se introdujo la medición de nuevos indicadores (salud, educación e ingreso) integrados en el denominado Índice del Desarrollo Humano (IDH). (PNUD México, 2013; Gutiérrez, 2007).

Gran parte de estas aportaciones fueron brindadas por Amartya Sen, economista que aborda asuntos como la pobreza, las hambrunas, libertades humanas.

En su texto *El Desarrollo como libertad*, Amartya Sen (2000) explica que el desarrollo debe ser entendido como un proceso de expansión de las libertades reales que disfruta la gente, y no determinarlo meramente con indicadores económicos como el Producto Bruto Nacional (PBN), los ingresos per cápita, la industrialización, los avances tecnológicos y la modernización social. En sus palabras: *El desarrollo requiere de la eliminación de importantes fuentes de la ausencia de libertad como son: pobreza y tiranía, oportunidades económicas escasas y privaciones sociales sistemáticas, falta de servicios públicos, intolerancia y sobre actuación de estados represivos.* (Sen, 2000, P. 15).

Sería gracias a esta nueva visión del desarrollo con una connotación más humana que se establecerían en el año 2000 los Objetivos del Desarrollo del Milenio, los cuales ya integraban cuestiones de carácter predominantemente social como la igualdad, la equidad de género, libertad, etcétera, pero que dejaba en segundo plano cuestiones como la importancia de cuidar el medio ambiente, no entendido como una parte fundamental sin la cual, no había forma de cumplir el resto de los objetivos cabalmente.

La propuesta del desarrollo sustentable nace desde 1987 y se consolida en 1992, y en términos generales es una propuesta de análisis para enfrentar los retos del desarrollo desde una perspectiva holística y multidisciplinaria. La principal crítica recaía en que el desarrollo económico capitalista basado sólo en la lógica de la acumulación, generaba altos niveles de degradación del medio ambiente. Se cuestionaba entre otras cosas, el modelo de industrialización y de desarrollo y, sobre todo, los efectos contaminantes en la atmósfera, el agua y los suelos, y sus impactos en la integridad de los ecosistemas y en la biodiversidad. Se señalaba también que, la organización socio-productiva impulsada por los países en el primer mundo genera un círculo vicioso de crecimiento y degradación donde el tipo de crecimiento económico vigente conduce a la sobreexplotación y degradación de los recursos naturales y del ambiente en general (Gutiérrez, 2007, P. 55).

CAPÍTULO 2.

LOS EFECTOS DE LA INDUSTRIA EN EL MEDIO AMBIENTE: RESPONSABLES Y RESPUESTAS.

El término *industria* es genérico, la RAE (Real Academia Española) define a la industria como: “*Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales*” (2018). Hablar de industria entonces, refiere a una actividad económica que tiene por fin la transformación de recursos naturales en productos para el consumo humano.

Como ya se ha mencionado, el modelo de desarrollo industrial data de mediados del siglo XVIII y las industrias se han diversificado paralelamente a los cambios sociales, políticos y económicos, siendo especialmente beneficiadas por los cambios científicos y tecnológicos que han contribuido al mejoramiento de los procesos, mejoramiento de los productos y aumento de su oferta, la calidad, y naturalmente, las ganancias. Debido a la dinámica propia del crecimiento económico e industrial, se ha privilegiado un modelo económico lineal que parte de la extracción de recursos, genera la transformación de los mismos en productos, los comercializan y una vez usados son desechados.

Sobre la economía lineal Lacy y Rutqvist, (2015) señalan:

La economía lineal es un término para el actual modelo de crecimiento económico, donde lo lineal se refiere al flujo de la cuna a la tumba, de los recursos naturales (también descrito como extraer-producir-tirar). Este flujo lineal es la consecuencia de los suministros de recursos históricamente baratos y abundantes que llevan a las empresas y a las naciones a centrarse en proporcionar a los clientes un rendimiento cada vez mayor de bienes. En el modelo lineal, el impacto ambiental no se tiene en cuenta y los incentivos para minimizar el desperdicio durante el uso y el final de la vida del producto son débiles. Se presta poca atención a garantizar que los productos desechados se vuelvan a usar o se vuelvan a utilizar en un proceso de producción como materia prima. (P. 4)

Las actividades económicas e industriales se pueden clasificar en tres grandes rubros: a) Por el nivel de la planta industrial es decir industria pesada o ligera; b) por su posición dentro de la cadena de producción, es decir, primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias; y c) Por el volumen de empleados, diferenciando entre empresas micros, pequeñas, medianas y grandes. ([Véase Anexo 4](#))

Independientemente del tipo de industria de que se trate y sus características, es evidente la relación entre la economía, la sociedad y el medio ambiente, ya que convergen en los procesos de industrialización. De la naturaleza se extraen todos los recursos necesarios para su transformación en bienes mediante los procesos industriales; las industrias hacen uso del capital humano (físico y cognitivo) para la producción de bienes y simultáneamente brindan oportunidades laborales que contribuyen al desarrollo humano (aspiraciones, realización personal, satisfacción de necesidades).

Asimismo, el contar con empleo y recibir a cambio un salario es necesario para el abastecimiento de las necesidades básicas (y creadas), sin dejar de lado, que los bienes de tipo consumibles provienen de la propia industria; no está por demás mencionar que, el conjunto de todas las actividades industriales contribuye al posicionamiento económico de un país en la escena internacional, e internamente, en la estabilidad política, el bienestar social y la calidad de vida.

Todo lo anterior, explica y sintetiza el hecho de que en pleno siglo XXI, la industrialización intensiva en carbono siga siendo el modelo predilecto para los países en desarrollo y los propios desarrollados para impulsar el crecimiento económico y con ello, detonar el desarrollo humano, aunque también exista evidencia de que este modelo de producción industrial es uno de los principales contaminantes del planeta, tanto por las emisiones de gases de efectos invernadero (GEI), como por los residuos y desechos que retornan a los sistemas naturales de forma dañina.

De acuerdo con el informe de 2014 del Panel Intergubernamental de expertos en Cambio Climático (IPCC) la industria es uno de los sectores que genera mayores emisiones de GEI tanto directa (21%) como indirectamente (11%), a lo que debe sumarse que la industria alimenticia (granos, cárnicos, leche, etc.) incluida en el rubro de AFOLU (agricultura, bosques y cambio en el uso de suelos) genera 24% de las emisiones de GEI directas y 8,87% de las indirectas. ([Véase Anexo 5](#))

En 2010, el sector industrial representó alrededor del 28% del uso final de energía y 13 emisiones de GtCO₂ [Giga toneladas de dióxido de carbono], incluidas las emisiones directas e indirectas, así como las emisiones del proceso, y se prevé que las emisiones aumentarán entre un 50 y un 150% para 2050 en los escenarios de referencia evaluados en AR5, a menos que las mejoras de eficiencia energética se aceleren significativamente (evidencia media, acuerdo medio). Las emisiones de la industria representaron un poco más del 30% de las emisiones globales de GEI en 2010 y actualmente son mayores que las emisiones de los edificios o de los sectores de uso final del transporte. (IPCC, 2014, P. 28)

De acuerdo con el informe del IPCC de 2019, es probable que el calentamiento global llegue a 1,5 °C entre 2030 y 2052 si continúa aumentando al ritmo actual. Las tendencias en el incremento de la temperatura global apuntan a incrementos de entre el 0.1 °C y 0.3 °C por decenio como consecuencia de las emisiones anteriores y actuales. En el decenio 2006-2015 el incremento fue 0.87 °C más alto, que el promedio del período 1850-1900. Los riesgos relacionados al incremento del calentamiento global incluyen desde incrementos y mayor intensidad de los días calurosos, incremento y mayor intensidad de las sequías, y en otros lugares el efecto opuesto, el incremento y mayor intensidad de las precipitaciones. (IPCC, 2019. P. 53)

De acuerdo con Richard Heede (2014), cerca de 923 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO_{2e}) de emisiones de metano y dióxido de carbono operacionales y relacionadas con el producto, han sido generados desde la revolución industrial (1854-2015), lo cual representan más de la mitad (52%) de los GEI industriales mundiales (P. 5).

Inglaterra fue uno de los primeros países en observar los efectos medioambientales de la producción industrial y la creciente explotación de los recursos necesarios en tal proceso, sin embargo, tomar acciones para evitar tales efectos era entendido como una desventaja, así que la estrategia fue mantenerse en la senda del desarrollo industrial. En ese sentido, Manuel Cazadero (1999) expresa:

El gobierno inglés tomó conciencia desde el siglo XVI de la amenaza que implicaba para el futuro del país la devastación de los bosques [madera combustible], y entre 1558 y 1588 tomó medidas draconianas para disminuir el consumo de madera, pero al mismo tiempo tenía presente que el desarrollo de Inglaterra dependía de encontrar una respuesta satisfactoria a la contradicción entre las necesidades de la industria del hierro y la preservación del entorno natural. La solución evidente al dilema era el uso de carbón mineral, ya utilizado en los procesos de forjado para la fusión del hierro. (P. 22)

Con el progresivo desarrollo tecnológico y el desarrollo de métodos que hacían más fácil la extracción y uso del carbón mineral, se desencadenaron otros efectos ambientales que afectan a las ciudades industriales, como lo fue el caso de la *lluvia ácida*. Este término utilizado por el químico Robert Angus Smith en 1853, se usó para calificar las lluvias que caían en la ciudad de Manchester, centro y cuna del industrialismo británico, caracterizadas por su acción corrosiva sobre los metales, por la decoloración de la ropa tendida y por la muerte de distintos vegetales. (Atilio, 2009, P. 11)

Algunos pensadores del siglo XVIII, manifestaron sus preocupaciones en torno a la escasez de recursos a consecuencia del incremento demográfico (Malthus) y sobre el desabasto de energía (William Stanley Jevons), pero, fue hasta la segunda mitad del siglo XIX, que se prestó mayor atención a temas relacionados con la contaminación provocada por las actividades humanas, principalmente por los costos que generó a los Estados y para el propio sistema económico. (Ávila, 2013, P. 1) Uno de los más alarmantes casos tuvo lugar en Inglaterra en 1952, un fenómeno nombrado por Charles Dickens como *Pea-souper* (o *Sopa de Guisantes* por su color amarillento), en este fenómeno de inversión térmica el smog y el humo quedaron atrapados en la superficie, disparando la contaminación. El momento más crítico aconteció en el invierno de 1952, paralizando a la ciudad de Londres durante cinco días por el smog, ocasionando más de 4.000 muertes por asfixia y más de 100.000 afectados, los gastos gubernamentales que este fenómeno representó en el sector salud, obligaron al gobierno británico a prohibir la combustión de carbón. (Esteve, 2014)

En 1961, el sueco Svante Odin, a partir de los resultados obtenidos tras la instalación de una red de aparatos de medida para detectar la acidez del aire y de las lluvias, demostró que las lluvias ácidas que afectaban los bosques de Escandinavia, provenían de las masas de aire que ascendían hacia el norte tras haberse enriquecido en la atmósfera de Gran Bretaña y/o de Europa del Este, con óxidos de azufre y nitrógeno, con lo cual se comenzó a hablar de contaminación compartida. Análogamente, sería el caso de los bosques de Sudbury en Ontario, Canadá, afectados por la producción minera local y las emisiones industriales provenientes de Estados Unidos. (Atilio, 2009)

Al siguiente año, en 1962, se publicó en Estados Unidos el libro *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson, donde evidenció los daños ambientales atribuibles al uso de agroquímicos en la agricultura, sus potenciales efectos ambientales y sobre la salud. Este libro gozaría de una gran difusión mediática y abriría espacios de crítica y diálogo fundamentado, en torno a los efectos ambientales de las actividades humanas sobre el medio ambiente y la salud, dando inclusive lugar a la creación de algunas de las primeras instituciones ambientales en el mundo como lo fue Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) de Estados Unidos, en 1970. (Ávila, 2018)

El resto del mundo no queda aislado de los efectos ambientales y sociales derivados de los procesos acelerados de industrialización, dado que sus externalidades negativas no son exclusivamente locales. El Cuadro 2 resume algunas de las problemáticas ambientales por regiones geográficas, las cuales comenzaron a tener mayor eco entre la sociedad civil y los gobiernos, por los riesgos y amenazas que todo ello representa para alcanzar un buen nivel de calidad de vida.

Cuadro 2. Problemáticas ambientales por región geográfica.				
EUROPA	ASIA	MEDIO ORIENTE	AMÉRICA LATINA Y CARIBE	ÁFRICA
<p>Noruega (1970): contaminación de lagos y pérdida de fauna marina.</p> <p>Finlandia: erosión de los suelos y debilitamiento forestal que afectó sobre todo a las coníferas.</p>	<p>China e India: 2% y 1.4% de muertes anuales por contaminación atmosférica (respectivamente).</p>	<p>Arabia Saudita, Iraq y Yemen, Jordania, padecen de escasez de agua.</p> <p>Escasez de alimentos, todo lo que genera potenciales conflictos sociales y armados.</p>	<p>Agotamiento de recursos naturales, incluidos los hídricos.</p> <p>Altas tasas de deforestación y cambios en el uso de suelos.</p> <p>Pérdida de la biodiversidad por tráfico de especies y destrucción de hábitats.</p>	<p>Norte: desertificación derivando en problemas sociales como la pobreza, desnutrición, y altos índices de mortandad.</p> <p>Sur y Centro: pérdida de biodiversidad, caza furtiva, tráfico de especies o pérdida de ecosistemas.</p>

<p>Suecia: incrementó la acidificación de los suelos, principalmente por las emisiones de dióxido de azufre provenientes de Alemania, país donde los efectos eran menores. (Atilio, 2009)</p>	<p>Deforestación, y fenómenos derivados como el polvo amarillo, proveniente del desierto de China y que se extiende por países como Corea y Japón, incrementando los problemas de salud respiratoria y ambientales de la región. (BCN, 201)</p>	<p>Incremento de contaminación atmosférica, principalmente por dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre debido a conflictos armados y el uso de armas químicas y bélicas (Metro World News, 2015)</p> <p>Incremento de salinidad del mar, debido a plantas de desalinización, que generan grandes cantidades de boro y bromuro, y remoción de calcio. (Deen, 2013)</p>	<p>Contaminación atmosférica, hídrica, de suelos, y otros.</p> <p>Introducción de transgénicos, sin estudios sobre sus impactos en la biodiversidad endémica.</p> <p>Prácticas industriales intensivas como fracking, minería, agricultura. (Eco América, 2016)</p>	<p>Contaminación por plástico, químicos, electrónicos, industriales, radiactivos, y otros, que provienen de diversas partes del mundo.</p> <p>Escasez de agua, contaminación hídrica y falta de servicios de saneamiento. (Tomilova, S/año)</p>
<p>Fuente: Atilio (2009); Deen (enero, 2013); Metro World News (septiembre, 2015); Eco América, (octubre, 2016); Tomilova, (S/año); ONG Vitalis; (2014). Véase IPCC, 2014, PP. 31-32</p>				

Otros problemas ambientales ocasionados por desastres nucleares, volcaron la atención de la comunidad internacional, para incluir la dimensión ambiental dentro de los modelos de desarrollo. Entre los desastres nucleares registrados desde mediados del siglo XX destacan: Ottawa (Canadá, 1952), Montes Urales (la antigua URSS, 1957), Liverpool (Reino Unido, 1957), Idaho Falls (EEUU, 1961), Tennessee (EEUU, 1979), Three Mile Island (EEUU, 1979), Tsuruga (Japón, 1981), Chernóbil (Ucrania, 1986), Goiania (Brasil, 1987), Vandellós (España, 1989), Siberia (Rusia, 1993), Tokaimura (Japón, 1999) Mihama (Japón, 2004), Khushab (Pakistán, 2008). (CET, 2011)

2.1. Efectos de la industria en el medio ambiente.

A partir de la evidencia reunida a lo largo de décadas de trabajo científico, los efectos de la industria sobre el medio ambiente, son ampliamente reconocidos. Entre los indicadores utilizados en la actualidad para medir el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente, se encuentra la huella ecológica, la huella hídrica y la huella de carbono.

Huella ecológica. Indicador de sustentabilidad creado por Wackernagel y Rees en la década de los noventa, el cual analiza los patrones de consumo de recursos y la producción de desechos de una población determinada; ambos se expresan en áreas biológicamente productivas, necesarias para mantener tales servicios. La huella muestra el cálculo de recursos específicos y suma los efectos por la falta de recursos. (Wackernagel y Rees, 1999 citado por Martínez, 2007, P. 12).

La *metodología de cálculo* consiste en contabilizar el consumo de las diferentes categorías (cultivos, pastos, bosques, mar productivo, terreno construido y área de absorción de CO₂) y transformarlo en la superficie biológica productiva apropiada a través de índices de productividad. La huella ecológica busca revelar cuántos planetas tierra se requerirían para seguir con el ritmo de crecimiento actual de la humanidad. Cuyo último reporte indica que de seguir con la tendencia de crecimiento económico mundial al 3% se requerirán 2.5 planetas en 2050. (WWF, 2017)

Huella hídrica. Es un indicador introducido en 2002 por el científico holandés Arjen Hoekstra, que calcula el consumo de agua directa e indirectamente, tanto de un consumidor como de productor. La huella está definida como el volumen total de agua que se necesita para producir los bienes y servicios consumidos. La huella hídrica de una empresa consiste en dos componentes: el uso directo de agua por el productor (para producir /fabricación o de actividades de apoyo) y el uso del agua indirectos (en la oferta del productor durante toda la cadena).

La huella hídrica es la suma de tres componentes clasificados por color: *a) verde*, es el consumo de los recursos de agua lluvia que no se convierte en escorrentía y quedan almacenados en el suelo (ejemplo en la agricultura); *b) azul*, es el volumen de agua dulce superficial o subterránea, incorporada en el producto, o devuelta a otra cuenca o al mar; *c) gris*, volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes hasta concentraciones naturales y según las normas de calidad ambiental. (Comunica RSE, 2011)

Huella de carbono. Introducida a partir del 1997 (Protocolo de Kioto), permite identificar las principales fuentes de emisión a lo largo de la cadena productiva o del ciclo de vida del producto / servicio. El cálculo de emisiones de GEI es un mecanismo de trazabilidad aplicable desde la extracción de la materia prima hasta el producto final, incluyendo las etapas intermedias de producción y distribución, lo que permite obtener una visión integral del conjunto del proceso. Permite analizar áreas de oportunidad para reducir emisiones de carbono, y ayuda la toma de decisiones eco-eficientes, añadiendo competitividad a las empresas, en virtud de la exigencia de sus consumidores. (RES, 2016)

A nivel internacional existen 8 metodologías para el cálculo de la huella de carbono: a) GHG Protocol; b) ISO/TR 14062:2002; c) ISO 14064-1:2006; d) ISO/CD 14066; e) ISO 14064-2:2006; f) ISO/WD 14067-1; g) ISO/WD 14067-2; h) ISO/AWI 14069.

A nivel nacional, diversos países cuentan con su propia metodología para el cálculo de la huella de carbono: BSI PAS 2050:2011 y BSI PAS 2060:2010 (Reino Unido); AFNOR BP X30-323 y ADEME Bilan Carbone (Francia); SEMCo EPD System (Suecia); JISC TS Q 0010 (Japón).

Existen otro tipo de indicadores como el Análisis del Ciclo de Vida (ACV). El ACV, es una herramienta que permite evaluar los impactos ambientales de productos o servicios de una forma global porque considera todas las etapas del ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, transporte, procesamiento, hasta su disposición final y todos los vectores involucrados: aire, agua y suelo, los resultados del ACV permiten evaluar los peligros ambientales en diversas categorías como: acidificación, deterioro de la capa de ozono, formación de foto-oxidantes, eutrofización y cambio climático; entre otras. (LCI, 2020)

En 2011, la ONG *Iniciativa del Ciclo de Vida* publicó la Guía Global para bases de datos de ACV, en la cual se establece una primera plataforma para la generación de bases de datos mejoradas y consistentes sobre iniciativas globales que se enfocan en la metodología ACV y la perspectiva circular en sus productos. (LCI, 2020) En la actualidad existen normas internacionales sobre ACV, cuya perspectiva es meramente lineal, tales normas son: ISO 14040 (ACV-Principios y directrices), ISO 14041 (ACV), ISO 14042 (ACV-Evaluación de impactos), e ISO 14043 (ACV-Interpretación) (El-Haggar, 2007, P. 15). Desde 2019, se trabaja en la creación de la norma ISO/TC 323 sobre Economía circular con el fin de crear estándares que coadyuven a que los países puedan también avanzar en sus propias legislaciones. (Naden, 2019)

Sin distinción del tipo de indicador que se quiera utilizar para cuantificar la huella ambiental de las actividades productivas del ser humano, lo cierto es que toda aquella actividad que no contemple la visión sustentable en su acontecer genera una huella ambiental negativa,

Si bien, el calentamiento global es el principal reto a nivel global, dentro de las fronteras regionales, nacionales y locales, los retos vienen acompañados de los efectos focalizados a causa de la actividad industrial, se pueden categorizar para su estudio en cinco rubros interrelacionados entre sí: a) efectos de la industria en la atmósfera; b) en la hidrósfera; c) en la biosfera; d) en la litósfera; y e) el problema de los residuos.

2.1.1. Impactos de la industria en la atmósfera.

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve a la tierra y permite el desarrollo de la vida sobre ésta. La atmósfera está compuesta básicamente por: 78 % de nitrógeno; 21 % de oxígeno; 0,9 % de argón; 0,03 % de dióxido de carbono (CO₂); así como de cantidades pequeñas de metano, radón y de acuerdo con las condiciones climatológicas, está formada por vapor de agua, que puede variar entre un 0 y un 7 %. (Atilio, 2009, P. 6)

Las actividades industriales han acelerado el ritmo de emisión de gases que han sido denominados como gases de efecto invernadero (GEI). Los GEI se encuentran naturalmente en la atmósfera y permiten el paso de los rayos solares hacia la superficie del planeta, pero absorben la radiación infrarroja que la luz solar provoca. La retención de la radiación infrarroja es lo que genera el efecto invernadero contribuyendo al aumento de la temperatura global.

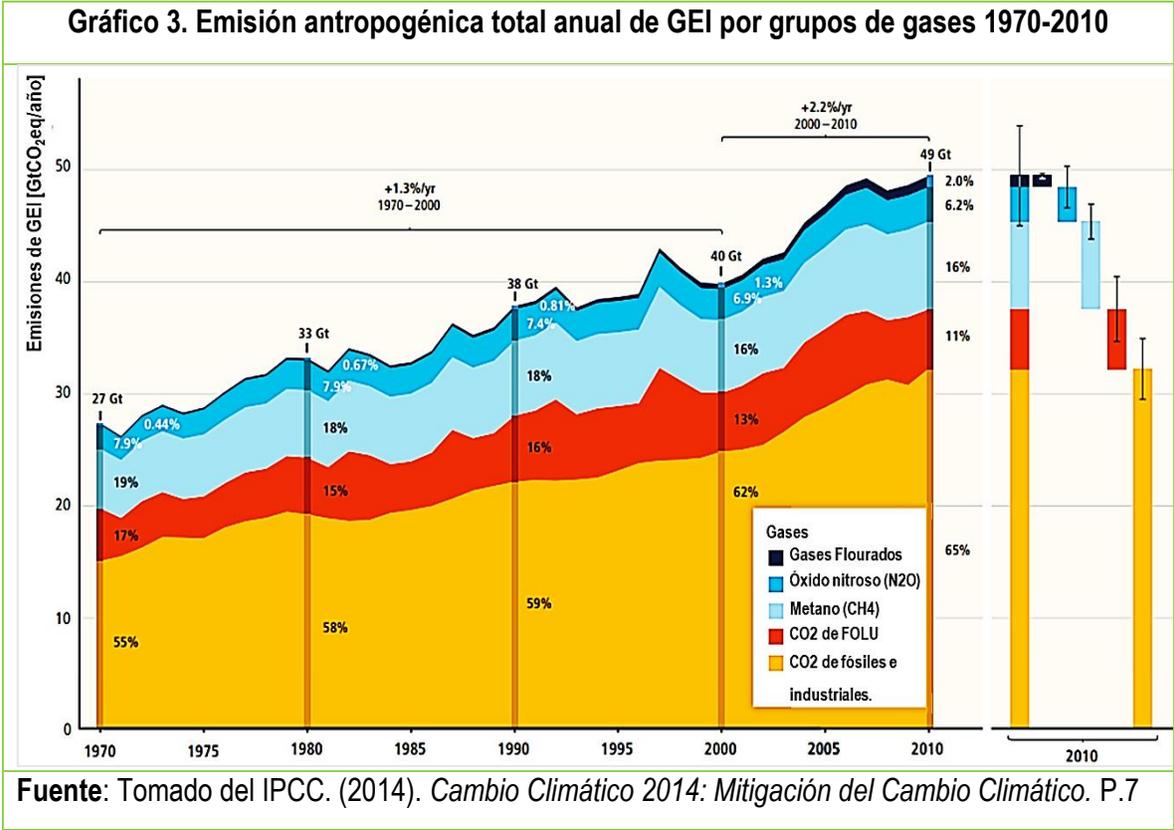
Precisamente el incremento en la generación de GEI debido a la actividad humana, es lo que ha generado el cambio climático actual, con efectos colaterales como el incremento de la temperatura, cambios en las precipitaciones (mayor intensidad y frecuencia), mayor intensidad de fenómenos hidrológicos naturales como tsunamis, huracanes, tormentas, entre otros,), el deshielo de los glaciares con un subsecuente incremento en los niveles del mar, más días de calor e intensidad de los mismos, cambios en las condiciones climáticas usuales, patrones estacionales inusuales (lluvias atemporales, olas de calor, sequías atemporales, etcétera), entre muchos otros. (IPCC, 2014)

El daño a la capa de ozono es otro de los principales problemas ambientales asociados a la contaminación atmosférica y uno de los más preocupantes, desde 1987 existe el Protocolo de Montreal sobre Sustancias que Degradan la Capa de Ozono. La capa de ozono restringe la entrada de rayos ultravioleta, algunos de los cuales (UV-C y UV-B) son altamente dañinos para las células y los tejidos de los organismos. (SEMARNAT, 2016). Desde la década de 1970, se identificaron algunas sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), entre las que se encuentran: clorofluorocarbonos (CFC), también destacan los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), halones, bromuro de metilo (BM), tetracloruro de carbono (TCC) y metil cloroformo (MCF), la mayoría de las son usadas en sistemas de aire acondicionado, refrigeración, y en la fabricación de solventes y aerosoles, entre otros usos. (SEMARNAT, 2016, P. 350)

Entre las industrias que mayores emisores de contaminación atmosférica se encuentran: la industria petrolera y sus derivadas, producción de energía, la industria alimentaria y ganadera, y otras, aunque de forma general, todas las industrias ya sea forma directa por los procesos de transformación de los recursos o de forma indirecta, en tanto requieren servicios e insumos que pasaron por un proceso de transformación, generan contaminación atmosférica. Existen cuatro tipos de contaminantes atmosféricos tal como se muestra en el Cuadro 6. En el [Anexo 6](#), se incluyen también, algunos de los principales contaminantes y sus orígenes.

Cuadro 6. Contaminantes atmosféricos.	
<p>Contaminantes gaseosos: incluyen compuestos azufrados como el dióxido de azufre (SO₂) y trióxido de azufre (SO₃); monóxido de carbono; compuestos nitrogenados como óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y amoníaco (actividades ganaderas); compuestos orgánicos como hidrocarburos (HC), compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y aldehídos; compuestos halogenados y haluros como los fluoruro de hidrógeno (HF) y Cloruro de hidrógeno (HCl), sulfuro de hidrógeno (H₂S), bisulfuro de carbono (CS₂) y mercaptanos (olores). Muchos de los contaminantes gaseosos reaccionan fotoquímicamente con otros y forman otro tipo de gases, tal como sucede con los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos que pueden producir ozono (O₃), formaldehído y nitrato de peroxiacetilo (PAN), entre otros. (Spiegel y Maystre, 2000, P. 6)</p>	<p>Contaminantes orgánicos persistentes (COP): son un grupo de compuestos químicos que han sido producidos y liberados en el medio ambiente de manera intencional o accidental. Los COP tienden a acumularse en los tejidos de los animales. Se detectan altas concentraciones de COP en los alimentos que contienen grasa, como el pescado, la carne, los huevos y la leche. El Convenio de Estocolmo de 2004 incluye 12 compuestos: aldrina (plaguicida), DDT (plaguicida), clordano (insecticida), dieldrina (plaguicida), endrina (insecticida), heptacloro, hexaclorobenceno (plaguicida), mirex (insecticida), toxafeno (insecticida), bifenilos policlorados (PCB), dibenzodioxinas policloradas (PCD, uso industrial) y dibenzofuranos policlorados (PCDD uso industrial). (OMS, 2007)</p> <p>Los problemas de salud asociados a la presencia de COP en los organismos incluyen: cáncer, problemas reproductivos (muerte fetal, abortos espontáneos y alteración de la fertilidad), alteración del sistema inmunológico (descenso de las defensas del cuerpo y facilidad de contraer enfermedades), disrupciones hormonales, alteraciones del comportamiento y disminución de los procesos cognitivos. (Generalitat de Catalunya, 2009).</p>
<p>Partículas en suspensión: cenizas en suspensión; polvos minerales como carbón, amianto, caliza, cemento; polvos y humos metálicos como zinc, cobre, hierro, plomo; nieblas ácidas derivadas del ácido sulfúrico (H₂SO₄); fluoruros; pigmentos; nieblas de pesticidas; hollín y humos. Las partículas en suspensión se pueden convertir en barreras contra los rayos del sol requeridos por la flora, además de que tienen efectos respiratorios corrosivos, cancerígenos e irritantes. (Spiegel y Maystre, 2000, P. 6)</p>	<p>Contaminantes climáticos de vida corta (CCVC): incluye al carbono negro (CN), producto de la quema incompleta de combustibles; principalmente lo emite el transporte que consume diésel, la quema de combusteno, de leña y otros tipos de biomasa. El CN se asocia con el aumento de la incidencia de afecciones como accidentes cerebrovasculares, diversas enfermedades del corazón y cáncer de pulmón, como las más frecuentes, además de que podrían provocar muerte prematura. (OMS, 2007)</p> <p>Otras sustancias que son CCVC son: metano (CH₄), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), sustancias que generan la erosión en la capa de ozono, problemática a la cual se asocian enfermedades como cáncer de piel y enfermedades de la vista.</p>
<p>Fuente: Elaboración propia a partir de Spiegel y Maystre (2000); OMS. (2007); Generalitat de Catalunya. (2009)</p>	

De acuerdo con el informe IPCC (2014) y tal como se muestra en el Gráfico 3, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) por la quema de combustibles y los procesos industriales representaron el 78% del total de emisiones de GEI entre 1970 y 2010, con una reducción entre 2007 y 2008 (años de la crisis inmobiliaria). En 2010 las emisiones de CO₂ representaron el 76% del total de GEI en la atmósfera, 16% se trató de emisiones de metano (CH₄), 6.2 % de óxido nitroso (N₂O), y 2% de gases fluorados, los cuales tienen una permanencia en la atmósfera de 200 años, por lo cual, aunque el porcentaje sea menor, representa un daño persistente.



De acuerdo con el Gráfico 3, predomina la emisión de CO₂ proveniente de combustibles fósiles al cual se adicional el generado por la Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Suelo (AFOLU), aunque otros gases como metano, óxidos nitrosos y gases fluorados se emiten en menores cantidades, no significa que sus afectaciones a la atmósfera sean menor a las del carbono, de hecho, su potencial de calentamiento es mayor al del carbono, tal como se muestra en el Cuadro 7, por lo que también reducir la cantidad de este tipo de gases contribuye en la reducción global de GEI.

Cuadro 7. Potencia del Calentamiento Mundial por tipo de gas de efecto invernadero	
GAS DE EFECTO INVERNADERO	POTENCIAL DE CALENTAMIENTO MUNDIAL (PCM) (período de 100 años)
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	25
Óxido nitroso (N ₂ O)	298
Hidrofluorocarbonos (HFC)	124 – 14,800
Perfluorocarbonos (PFC)	7,390 – 12,000
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	22,800
Trifluoruro de nitrógeno (NF ₃)	17,200
NOTA: Cada uno de estos gases tiene una capacidad diferente de atrapar el calor en la atmósfera, también denominado “potencial de calentamiento global” (PCM). Todos ellos pertenecen al grupo de gases de efecto invernadero de larga duración, porque son químicamente estables y perduran en la atmósfera durante períodos de tiempo que se extienden desde una década a varios siglos (o más), de forma que sus emisiones tienen una influencia a largo plazo sobre el clima. Algunos GEI aparecen de forma natural (CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O), pero el aumento de sus concentraciones atmosféricas durante los últimos 250 años se debe en gran parte a la actividad humana. Otros gases de efecto invernadero son resultado únicamente de la actividad humana (HFC, PFC, SF ₆ y NF ₃)	
Tomado de UN CC: Learn. <i>Introducción al Cambio Climático</i> , 2018.	

La contaminación atmosférica no está aislada de otros tipos de contaminación y efectos, dada la complejidad que caracteriza a los sistemas naturales y humanos, así por ejemplo, la concentración atmosférica de gases como el SO₂ y el NO₂, generados durante la producción de energía en termoeléctricas, al ser integrados en el ciclo del agua mediante las precipitaciones generan la lluvia ácida y con ella la acidificación del suelo, de los depósitos hídricos, de los bosques, así como daños en las propias infraestructuras humanas, generando costos económicos, sociales y ambientales.

2.1.2. Impactos de la industria en la hidrósfera.

La hidrósfera es el agua que se encuentra en el planeta, incluye océanos, lagos, ríos, glaciares y aguas subterráneas. En la contaminación hídrica se reconoce el impacto potencial de industrias muy concretas como la minería, la química, la petroquímica y la textil, no obstante, en su globalidad, todas las industrias tienen impactos sobre el medio, y la contaminación se genera en diversos momentos:

Los contaminantes pueden introducirse en las aguas en cualquier punto del ciclo hidrológico. Así, por ejemplo, las precipitaciones atmosféricas (lluvia) pueden contaminarse por las sustancias presentes en la atmósfera; las aguas superficiales pueden contaminarse durante el proceso de escorrentía desde las cuencas hidrográficas; los arroyos y ríos pueden contaminarse por el vertido de aguas residuales y las aguas subterráneas, por infiltraciones y contaminación subterránea. (Spiegel y Maystre, 2000, P. 27)

El desagüe de aguas industriales contaminadas constituye una de las principales causas de contaminación hídrica, pues muchas de ellas no cuentan con métodos de tratamiento de agua para desaguar de forma no dañina al medio ambiente, ni con las instalaciones necesarias para ello.

Las actividades industriales pueden generar varios tipos de contaminación hídrica:

Contaminación química. Incluye *a)* impurezas minerales se generan en las industrias metalúrgicas, las electroquímicas, electrónicas, galvanoplastia, etc. Se trata de contaminación de elementos tóxicos importantes como plomo, zinc, cadmio, níquel, cromo y mercurio, muchos de los cuales tienen efectos cancerígenos en el cuerpo humano y por su puesto a la flora y fauna marina; *b)* petróleo y sus derivados, particularmente derivan de la industria petrolera y petroquímica, la contaminación puede ser en su forma plasmática o en los productos que derivan de petróleo (PET, bolsas de polipropileno, unigel, entre muchos otros). El petróleo es acumulado por las corrientes marinas e impide la difusión del oxígeno en el agua; *c)* químicos desprendidos del uso de fertilizantes y pesticidas en la industria agropecuaria, tales como Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y el diclorodifeniltricloroetano (DDT), los cuales se filtran a los mantos acuíferos mediante el escurrimiento a través del subsuelo.

Contaminación biológica. Desechos que provienen de las industrias láctica, textil, azucarera, cárnica, de fermentación de alcoholes, los cuales pueden ser descompuestos en sustancias inofensivas mediante su debido tratamiento.

Contaminación química y biológica: generada por impurezas resultantes de industrias del cuero, lavandería de lana, producción de papel, entre otras. (Atilio, 2009, PP. 29 - 30)

La contaminación hídrica como resultado de la actividad industrial genera también otros efectos como la eutrofización, que es la alta concentración de sulfuro en el agua contribuyen al incremento poblacional de las algas marinas, las cuales al morir y descomponerse, absorben todo el oxígeno disponible en el agua, causando la muerte de miles de especies marinas; la concentración de ácidos sulfúricos y óxidos de nitrógeno, así como otros compuestos volátiles incluido el amoníaco, generan la acidificación de los mares provocando descalcificación de los arrecifes de coral y con ello la pérdida de hábitat y especies.

Además de lo mencionado anteriormente, la contaminación hídrica reduce la cantidad agua disponible para el consumo humano y el abastecimiento a los ecosistemas, así, la contaminación industrial y los cambios en los afluentes, en calidad del agua y su disponibilidad contribuyen a la erosión de los suelos, a las sequías, a la alteración de los ciclos hidrológicos.

2.1.3. Impactos de la industria en la biosfera.

La biosfera comprende todos los organismos vivos y ecosistemas en la superficie terrestre y los océanos, dada la complejidad que entrañan los ecosistemas tanto terrestres como marinos, es difícil esclarecer los efectos que deben ser atribuibles exclusivamente a la industria. De forma general se reconocen cuatro efectos principales de la industria sobre la biosfera: a) agotamiento de los recursos, b) cambio en el uso de los suelos, c) extinción de especies y d) modificación de las características biológicas de las especies.

Agotamiento de los recursos. Empresas con grandes volúmenes de uso de recursos son las que hacen más evidente este problema, destacan, por ejemplo; la industria maderera; la industria textil en cuanto al uso de cuero, algodón y petróleo. Sectores industriales que hacen uso excesivo del agua como: la industria alimentaria, textil y en las últimas décadas la minería y la fractura hidráulica (o fracking en inglés) para la extracción de gases no convencionales. Otras industrias como la farmacéutica hacen uso de plantas medicinales endémicas, entre muchas otras.

Básicamente el problema de este tipo de prácticas reside en que no se les brinda a los ecosistemas el tiempo necesario para recomponerse, y, por el contrario, son alterados con la introducción masiva de otro tipo de sustancias que cambian completamente las condiciones iniciales y los ciclos biológicos naturales, dificultando su regulación o creando procesos de estrés ecológico.

Cambio en el uso de suelo. Otro de los problemas que se genera con el agotamiento de los recursos, es que, se opta por acabar con determinados ecosistemas para adaptar los espacios a las actividades humanas. Así, fenómenos como la deforestación, la erosión, la desertificación y acidificación rompen los ciclos de carbono, de absorción de agua, de preservación de la biodiversidad, entre otros. El cambio en el uso de suelos no solo es atribuible a la industria de la alimentación por el espacio geográfico que requiere para realizar sus actividades productivas, industrias como el turismo también modifican los ecosistemas para crear grandes complejos hoteleros o zonas recreativas, asimismo, las industrias inmobiliarias se dedican a el cambio de uso de suelos ya sea destinado para uso doméstico, comercial, industrial, etcétera.

[...] la evaluación mundial de la degradación antropógena de los suelos ha demostrado que 15% de la superficie total de las tierras de todo el mundo ha sufrido daños (13% de los casos ligeros y moderados, y 2% graves y muy graves) sobre todo por la erosión, la disminución de los nutrientes, la salinización y la compactación física. (Díaz, 2015, P. 46)

Es menester reiterar que, los ecosistemas tienen determinado papel dentro de los ciclos biológicos naturales, a decir de ellos: el ciclo del agua, del carbono, del oxígeno, del nitrógeno, del azufre, etcétera. Por lo anterior, la modificación de las características del suelo altera, modifica e incluso interrumpe esos ciclos, o aumenta la presión sobre los ecosistemas existentes porque no son capaces de cumplir a cabalidad los ciclos y procesos naturales.

Extinción de especies. Interconectado con los problemas ya mencionados, la destrucción de ecosistemas genera la desaparición de especies endémicas y no endémicas, de cada uno de los ecosistemas afectados. En la actualidad problemas de tipo social como la pobreza, ha derivado en la captura y comercialización de especies en peligro de extinción y se han transformado en una verdadera industria ilegal, pues se hace a escalas masivas dado que son especies con altos precios en los mercados negros, situación que perdura pese a la existencia de áreas o reservas protegidas.

Desde mediados del siglo XIX hasta la actualidad, diversos movimientos de la sociedad civil y organizaciones no gubernamentales se han manifestado para exigir la protección de las especies, sin embargo, en el otro lado de la moneda, las leyes del mercado contribuyen a la perpetuar la extinción de especies por el valor que se les da en la dinámica de mercado. Entre la fauna y flora que más se ha visto amenazada dada la demanda que existe para su transformación en productos de lujo, ornamentales y consumibles, destacan:

- Cuerno de rinoceronte comercializado en el mercado negro por los poderes curativos que se atribuyen respecto a enfermedades terminales. La valoración del cuerno de rinoceronte va desde los \$200,000 hasta los \$800,000 dólares (Ventura, 2014)
- Colmillos de elefante utilizados en la producción de artículos de lujo como plumas, relojes y todo tipo de ornamentos.
- Pieles de animales exóticos y no exóticos para las industrias textiles y/o ornamentales: tigre, conejo, zorro, castores, chinchilla, nutrias de pantano, mapaches, focas y diversas especies de oso. (Petalatino, 2018)
- Especies de árboles en peligro de extinción o extintas: de acuerdo con el portal colombiano *Medio Ambiente*, de las 60,065 especies diferentes de árboles que existen en el mundo, 9,600 se encuentran amenazadas. Destacan especies como: el tejo, el carballo, el abedul, el cedro, la caoba, el árbol blanco, entre otros explotados por sus propiedades curativas o por el uso en la producción de otros artículos. (2007)

- Algunos tipos de cactáceas: se estima que más del 30% de las especies de cactus se encuentran en peligro de extinción debido al uso extensivo de ellas en producción alimentaria de tipo artesanal aunado a la extinción de especies polinizadoras como las abejas y los murciélagos, lo cual disminuye considerablemente su población. (Cacho, 2016)
- Extinción de especies marinas como: tortuga carey, tortuga laúd, tortuga verde, ballena azul, ballena de aleta, pingüinos de galápagos, pez napoleón, vaquita marina, atún rojo y delfín de cabeza blanca, especies que son comercializadas ya sea por el tipo de aceites que se obtiene de ellas, o inclusive como alimento afrodisíaco en algunas regiones. (Communication Oceans, 2017)

Cabe mencionar, que, la introducción de especies invasoras ya sea de forma incidental o planeada, modifica la dinámica natural de los ecosistemas y a largo plazo puede modificarlos, o de forma drástica provocar su desaparición, tal como sucede con el agua de lastre utilizada por el transporte marítimo, que introduce especies no nativas, en regiones donde el agua se desecha.

Otro de los efectos de la industria sobre la biosfera es: *d) La modificación de las características biológicas de las especies*. Los impactos de la industria y las actividades humanas en general no son siempre visibles, por ejemplo, en el caso de contaminación química, ya sea por uso de agroquímicos, por desechos de aguas residuales, por acidificación, y demás, puede modificar la composición celular de las especies, adicional a ello, existen prácticas en la industria alimentaria como la producción de transgénicos, donde no se conocen los efectos sobre el medio ambiente o la diversidad biológica.

Refiriendo el caso de la vegetación, Kabata-Pendias (2018) profesora de geoquímica en el Instituto Geológico de Varsovia y colaboradora de la FAO, señala los siguientes efectos sobre la vegetación por causas químicas:

1. Reducción de su capacidad de absorción de luz solar.
2. Acumulación biológica que muy a menudo altera la composición química de las plantas sin causar daños visibles.
3. Perturbación de los procesos metabólicos de los tejidos vivos.
4. Resistencia a la detoxificación metabólica, y consiguiente entrada en la cadena alimentaria.
5. Reacción con los componentes del suelo, lo que provoca cambios en el pH y degradación.
6. Daños en la estructura superficial protectora.

7. Perturbación del intercambio gaseoso y de los procesos metabólicos de crecimiento.
8. Envenenamiento de las células vegetales, que provoca lesiones necróticas.
9. Alteración de los procesos de exudación de las hojas y las raíces, que afecta a las poblaciones de microorganismos asociadas a ellas.

Sucede algo similar con algunas especies de insectos que afectan las actividades de la industria agrícola causando pérdidas productivas y económicas, por lo que, tienden a ser erradicados mediante el uso de agroquímicos más fuertes, a los cuales, los insectos desarrollan cierta inmunidad y resistencia, lo que obliga al uso de otro tipo de agroquímicos cada vez más tóxicos. Mientras que aún son escasos los estudios que muestren evidencias sobre los efectos que las actividades industriales pueden llegar a tener a nivel celular o genético en la fauna.

2.1.4. Impactos de la industria en la litósfera.

La palabra litósfera, deriva de la palabra griega *lithos* (piedra) y *sphaira* (esfera), es decir, “esfera de piedra”. La litósfera es la capa superficial sólida del planeta y está formada por la corteza y por la parte superficial sólida del manto, denominada manto residual. En palabras de Chamizo y Garritz (1990), comprender la litósfera no solo es pensar en la historia de los metales, sino sobre todo obliga a pensar en la historia del desarrollo de la sociedad humana, para comprender la litósfera, se deben abordar los elementos que conforman la corteza terrestre, agrupados en tres grandes sistemas:

1. Elementos siderófilos. Forma metálica como el oro (Au), el platino (Pt), y la plata (Ag).
2. Elementos calcófilos. Se encuentran en forma de sulfuros, como el hierro (Fe), el cobre (Cu), el plomo (Pb) y el mercurio (Hg).
3. Elementos litófilos. Se encuentran formando silicatos, como el aluminio (Al), el calcio (Ca) y el magnesio (Mg). (Chamizo y Garritz, 1990),

Todos ellos han sido elementos fundamentales del desarrollo de los grandes sistemas industriales y han permitido descubrir nuevos minerales (las también denominadas tierras raras) que son el soporte de la industria electrónica, sin embargo, el proceso de extracción y el inadecuado depósito de los residuos que se generan de estos elementos, ha provocado profundas marcas de deterioro y contaminación en los sistemas ambientales. (Díaz, 2015, P. 66)

El uso de los recursos de la litósfera se destina a una gran cantidad de ramas industriales entre ellas: la construcción, la metalúrgica y la siderúrgica, productos que son utilizados a su vez por industrias como la electrónica, la automotriz, la aeronáutica, la espacial y otras tantas. Los índices de extracción de los recursos con índices en el incremento de la demanda, van asociados inequívocamente al incremento demográfico de las sociedades humanas. De acuerdo con Fridolin *et. al.* (2009), “la extracción global de materiales se estimó entre 47 y 59 mil millones de toneladas métricas (Gt) por año a principios del siglo XXI” (P. 3). ([Véase Anexo 7](#))

En 2005, aproximadamente 59 Gt de materiales fueron extraídos y utilizados en todo el mundo. El aumento más fuerte durante este período se puede observar para los minerales de construcción y minerales industriales. (Fridolin, *et. al.*, 2009, P. 7) De acuerdo con las observaciones de Fridolin (2009), el hierro es el metal más importante en cuanto a extracción, representaba el 95% de todos los metales extraídos (solo contenido de metal) en 1900 su participación disminuye gradualmente a poco más del 80% en 2000 aumentó hasta 85%.

Otros metales de importancia son el cobre y la alúmina, con una participación de varios por ciento de la extracción total de metales en 1900; en 2005, la alúmina representó el 7%, el cobre el 2% y todos los demás metales el 7% de todos los metales extraídos. Con respecto a los portadores de energía fósil, observamos el cambio bien conocido del dominio del carbón al petróleo y al gas natural. (Fridolin, *et. al.*, 2009, P. 7) El carbón representa más del 98% de todos los portadores de energía fósil extraídos en 1900 y su participación disminuyó continuamente a algo menos del 50% en la década de 1970 y se mantuvo en este nivel desde entonces. Todos los demás minerales de construcción todavía dominan en 1900 (representan el 85% de todos los materiales de construcción) pero disminuyen rápidamente a un nivel intermedio bajo en la década de 1930 y luego después de la Segunda Guerra Mundial del 50% en 1950 al finalmente 17% en 2005. (Fridolin, *et. al.*, 2009, P. 9)

2.1.5. El problema de los residuos sólidos.

Se denominan residuos sólidos a todos los desechos que provienen de las actividades humanas y animales. Pueden clasificarse como: domiciliarios y/o municipales (provenientes de casas, escuelas, instituciones públicas o privadas, limpieza y barrido de calles), los comerciales (supermercados, oficinas, hoteles, restaurantes), industriales (pequeños comercios, talleres industriales) y de construcción y/o demolición (obras nuevas, remodelaciones o demoliciones). (Grimaldo, 2013)

De acuerdo previsiones del Banco Mundial, de seguir con las tendencias actuales, en los próximos 30 años la generación de desechos a nivel mundial, aumentará de 2010 millones de toneladas (cifra de 2016) a 3400 millones. Los desechos plásticos son especialmente preocupantes en la actualidad debido a su prolongada permanencia en el planeta.

En 2016, el mundo generó 242 millones de toneladas de residuos plásticos, el 12 por ciento de todos los residuos sólidos municipales. [...] en 2016 se generaron 1.600 millones de toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes a dióxido de carbono (equivalentes a CO₂) a partir de la gestión de residuos sólidos. Esto es aproximadamente el 5 por ciento de las emisiones globales. Sin mejoras en el sector, se prevé que las emisiones relacionadas con los desechos sólidos aumenten a 2.600 millones de toneladas de CO₂ equivalente para 2050. (Kaza, *et. al.*; 2016: P. xi)

De acuerdo con la iniciativa sin fines de lucro *Waste Atlas*, se estima que al año se generan aproximadamente 1,900 millones de toneladas de residuos (50 millones de toneladas corresponden a residuos electrónicos), 70% de las cuales terminan en vertederos y el resto termina en zonas de depósito sin supervisión y en otros casos en los mares, océanos, ríos y otros ecosistemas. (2013)

Un estudio publicado en 2017 en *Science Advances*, estimó que desde 1950 hasta 2015 a nivel mundial se han generado 8,300 millones de toneladas métricas de plástico en el mundo, del cual apenas 30% se mantiene en uso. Del restante 70% (6.300 millones de toneladas métricas): 9% se ha reciclado, 12% se ha incinerado y el 79% se encuentra en tiraderos a cielo abierto, en vertederos de otros tipos o directamente en la naturaleza. Se estima que entre 4 y 12 millones de toneladas terminan directamente en los océanos. El mismo estudio prevé que de continuar con el mismo ritmo, hacia 2050 serán 34,000 millones de toneladas métricas. (Geyer *et. al.*, 2017).

Debido a su visibilidad, mucha de la atención se ha centrado en los residuos de plásticos de un solo uso como botellas de PET, bolsas de plástico, popotes y otros derivados del petróleo. La ONU Medio Ambiente (2019) afirma que al año se consumen aproximadamente 5 billones de bolsas de plásticos, esto es 10 millones por minuto; cada minuto se adquieren 1 millón de botellas plásticas; 50% de los plásticos que se consumen son de un solo uso; 100,000 animales marinos mueren cada año a causa de los plásticos; el 90% del agua embotellada y el 83% del agua del grifo contiene microplásticos.

La contaminación por plásticos ha generado un creciente interés de la comunidad científica a nivel internacional debido a las implicaciones que pueden llegar a generar los microplásticos sobre la salud. Una investigación realizada en la Universidad Columbia, ha identificado la presencia de microplásticos en 114 especies acuáticas, de las cuales, más de la mitad son habituales en la dieta humana (Royte, 2019).

En agosto del 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) presentó el informe “Microplásticos en el agua potable” donde se indica que pese a la presencia de microplásticos en el agua potable, estos no presentan índices de absorción en el cuerpo humano, sobre todo, aquellos que miden más de 150 micras (1 micra = 0.001 mm).

Aunque el tiempo de degradación de cada plástico es diferente según su estructura molecular, en promedio el tiempo de vida del plástico es de 500 años, aunque su tiempo de vida útil, es bastante reducido, sobre todo cuando se habla de plásticos de un solo uso. Con el fin de aprender a identificar los diferentes tipos de plástico, y las posibles opciones para sustituirlos, algunas organizaciones como Greenpeace, cuentan con infografías al respecto, y tal como se muestra en el Cuadro 8, son seis los principales tipos de plásticos que se deben diferenciar:

Cuadro 8. Tipo de plásticos y en qué productos se encuentran.	
1. Polietileno tereftalato (PETE o PET). Es muy utilizado en envases de refrescos, aguas, contenedores de pan y pasteles.	2. Polietileno de alta densidad. Es utilizado en artículos de limpieza como champú, jabón y detergentes.
3. Policloruro de vinilo. Se usa en embalajes, juguetes, charolas de comida e incluso tuberías.	4. Polietileno de baja densidad. Utilizado en la mayoría de las bolsas plásticas.
5. Polipropileno. Utilizado principalmente en contenedores de yogur, botanas y juguetes.	6. Poliestireno. El más conocido es el unicele (poliestireno expandido) usado para hacer desechables.
7. Otros. Incluye plásticos de usos industriales y mezclas de otros plásticos, como, por ejemplo: policarbonato, acrílico, nylon, entre otros.	
Fuente: Greenpeace (2020) <i>Guía Consumo Responsable</i> .	

Actividades como la quema de residuos propician la generación de dioxinas, que son una familia de compuestos incluidos dentro de los COP, relacionadas desde el punto de vista estructural y químico: dibenzo-para-dioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF), y bifenilos policlorados (PCB). La exposición breve del ser humano a altas concentraciones de dioxinas puede causar lesiones cutáneas, tales como acné clórico y manchas oscuras, así como alteraciones funcionales hepáticas, se asocia también con alteraciones inmunitarias, del sistema nervioso en desarrollo, del sistema endocrino, de la función reproductora y varios tipos de cáncer. (OMS, 2016)

2.1.6. El problema de los residuos electrónicos.

De acuerdo con el informe “Monitor Global de Residuos Electrónicos de 2020: Cantidades, Flujos y potencial de la economía circular” (Forti *et al*, 2020, PP. 4-5), se estima que en 2019 se generaron en el mundo 53.6 millones de toneladas métricas (Tm) de residuos electrónicos, aproximadamente 7.3 kg por habitante. Lo más preocupante sobre estos volúmenes de residuos, son los destinos finales, ya que cerca de 1.7 Tm (4%) son arrojadas a la basura en países de ingresos altos, para su posible incineración o depósito. Aproximadamente el 20% (8.9 Tm) son recolectadas y recicladas, mientras que el restante 76% (34.1 Tm) de los desechos electrónicos tienen un destino final desconocido, siendo que probablemente se comercializan o reciclan en condiciones no adecuadas al tipo de componentes, muchos de los cuales son considerados peligrosos.

Se consideran como residuos electrónicos todos aquellos que cuenten con un enchufe, cable eléctrico o batería, por lo que se incluyen también equipos eléctricos y electrónicos. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (o RAEE por sus siglas) electrónicos pueden contener metales preciosos como oro, cobre y níquel, materiales raros de valor estratégico como como indio y paladio, y componentes peligrosos como mercurio y plomo. De acuerdo con Castellanos (2005, citado por Hidalgo, 2010, P. 48), los desechos electrónicos se componen en un 30% de polímeros, en un 30% de óxidos refractarios (cerámicos) y en un 40% de metales.

Los metales básicos que componen a los residuos electrónicos son: Cobre (20 - 50%), Hierro (8 - 20%), Níquel (2 - 5%), Estaño (4 - 5%), Plomo (2% aproximadamente), Aluminio (2 - 5%), Zinc (1 - 3%). Así mismo, pueden contener en porcentajes menores metales preciosos como: Oro (170 g - 850 g = 0.1%), Plata (198 g - 1698 g = 0.2%), Paladio (3 g - 17 g = 0.005%). Pueden existir otros tipos de metales como bismuto, arsénico, bario, cadmio, cromo, mercurio, y selenio, muchos de los cuales son componentes altamente peligrosos. (Hidalgo, 2010)

Los efectos de las mencionadas sustancias son muchos y muy variados (Hidalgo, 2010):

- Plomo. Se asocia a problemas gastrointestinales, contaminación de la sangre, afectaciones en sistema nervioso central y riñón, dando lugar a cólicos, shock, anemia, daño renal y en los peores casos la muerte.

- Mercurio. Encontrado principalmente en pilas, puede ocasionar neumonitis, afectaciones en sistema nervioso y riñón, tiene una alta toxicidad para la fauna, incluso en los peces presenta bioacumulación.
- Cadmio. Puede ocasionar edema pulmonar y fiebre, al igual que el bario, puede ocasionar irritación de ojos y del tracto respiratorio en general.
- Cromo. Ha sido declarado por la OMS como cancerígeno.
- Arsénico ampliamente conocido por su toxicidad, puede provocar convulsiones, alteraciones renales, graves hemorragias, pérdida de fluidos y electrolitos, shock y muerte.
- Selenio. Puede generar afectaciones en el sistema respiratorio, gastrointestinal y en la piel.

El 30% de polímeros que componen los residuos electrónicos incluyen plásticos sin o con retardante de llama (componentes como Éteres de Polibromobifenilos, Tetrabromobisfenol - A y Fosfato de Trifenilo). También puede haber componentes como el vidrio, sin dejar de lado la presencia de dispositivos como acumuladores, pilas y baterías, capacitores, resistores, relés, sensores, conductores, circuitos impresos, medios de almacenamiento de datos, elementos de generación de luz, sonido y calor, etc. (Hidalgo, 2010)

Si bien, el proceso de recolección y reciclado de los desechos electrónicos es posible, la inadecuada disposición y tratamiento de los mismos es un riesgo latente para las personas que se dedican a la recuperación de estos residuos. Desde hace años existe el interés de recuperar determinados componentes de los RAEE que pueden aportar beneficios de ahorro a las empresas fabricantes. Desde la perspectiva del diseño de materiales, se trata de una tarea compleja si se comprende que en los RAEE hay más de 69 elementos de la tabla periódica. (Forti *et. al*, 2020, P. 58)

Partiendo de la clasificación ofrecida por Forti (2020), se pueden identificar seis categorías generales de RAEE, agrupadas de acuerdo a sus similitudes en el proceso de manejo (P. 19):

1. Equipo de intercambio de temperatura. Denominado equipo de enfriamiento y congelación, donde se incluyen refrigeradores, congeladores, aires acondicionados y calefactores.
2. Pantallas y monitores. Incluye televisores, monitores, computadoras portátiles y tabletas.
3. Lámparas. Incluye lámparas fluorescentes, de descarga de alta intensidad y lámparas LED.
4. Equipos de grandes dimensiones. Lavadoras, secadoras de ropa, lavavajillas, estufas eléctricas, grandes máquinas de impresión, copiadoras y paneles fotovoltaicos.

5. Equipo de dimensiones pequeñas. Aspiradoras, microondas, equipo de ventilación, tostadoras, hervidores eléctricos, afeitadoras eléctricas, básculas, calculadoras, radios, cámaras de video, juguetes eléctricos y electrónicos, pequeñas herramientas eléctricas y electrónicas, pequeños dispositivos médicos, pequeños dispositivos de monitoreo, e instrumentos de control.
6. Pequeños equipos de tecnologías de la información y telecomunicaciones, en este rubro se clasifican los teléfonos móviles, dispositivos de sistemas de posicionamiento global (GPS), calculadoras de bolsillo, enrutadores, computadoras personales, impresoras y teléfonos.

El incremento en el volumen de RAEE en el mundo, no es proporcional a las actividades de recuperación y reciclaje que se realizan en el mundo. En 2019 el continente que más RAEE recolectó y recicló fue Europa con el 42.5%, Asia con el 11.7%, América con el 9.4%, Oceanía con el 8.8%, mientras que en África apenas se recupera y recicla el 0.9%. (Forti *et al*, 2020: 14), Debido a los efectos nocivos que los RAEE tienen, en 2019, 78 países alrededor del mundo contaban ya con políticas para regular la gestión de este tipo de residuos y su producción. (Forti *et al*, 2020, P. 14).

Aunque existen en el mundo esfuerzos por combatir la generación de RAEE, como en el caso de la *Step Initiative* creada en 2014 y donde participan empresas, universidades, investigadores y gobiernos, una de las formas más efectivas de ejercer presión en las empresas, es mediante mecanismos legales, a este respecto, el caso de Francia sienta precedentes mundiales para el fortalecimiento de las reglamentaciones nacionales sobre la generación, tratamiento y gestión de este tipo de residuos. Alineados al Plan de Acción de Economía circular de la Unión Europea, en febrero de 2020 se creó una ley que impone determinadas condiciones a los productores de este tipo de productos y con ello garantizar la reducción de este tipo de residuos. (Unión Europea, 2020).

2.2. ¿Quiénes tienen mayor deuda ecológica en el mundo y cuál ha sido la respuesta ante tal responsabilidad?

La deuda ecológica básicamente refiere una deuda contraída por los países industrializados con los demás países a causa del saqueo y usufructo histórico y presente de los recursos naturales, los impactos ambientales exportados y la libre utilización del espacio ambiental global para depositar sus residuos.

De acuerdo a este concepto, la mayor deuda ecológica corresponde a los países de mayor y más antiguo desarrollo industrial, es decir, Inglaterra, Estados Unidos, Alemania, Japón, Bélgica, Holanda y Francia.

La década de 1960 se caracteriza a escala global por el incremento en los movimientos sociales de diversa índole, incluidas las cuestiones ambientales, procesos que propiciaron la acción gubernamental sobre una agenda más compleja, que exigía ya no solo seguridad y paz internacional, abarcaba libertades, derechos, y en general, cambios en la estructura social.

Es en 1968 se funda el Club de Roma encabezado por Donella Meadows y compuesto por científicos, educadores, economistas, humanistas, industriales y funcionarios nacionales e internacionales de 10 países. Se trató de uno de los primeros grupos en estudiar la relación del medio ambiente y la sociedad a nivel global (Mayor, 2009).

Una de las principales preocupaciones del Club de Roma era precisamente el crecimiento poblacional derivado de las políticas económicas implementadas tanto en el bloque socialista como el bloque capitalista, que generaron una serie de efectos colaterales vinculados a la incapacidad de los Estado de brindar las oportunidades propicias para el desarrollo de sus poblaciones (concepto indisociable en ese momento histórico del crecimiento económico).

Un par de años más tarde, en 1972, se daría a conocer el informe titulado *Los límites del crecimiento*, en el cual se plantearon dos cuestiones trascendentales a resolver: a) el efecto del crecimiento poblacional en la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la utilización de recursos naturales, haría que el planeta alcanzará sus límites en 100 años y; b) la factibilidad de frenar tales tendencias de crecimiento y establecer condiciones de estabilidad ecológica y económica de tal modo que se prolonguen de forma sostenible en el futuro. (Mayor, 2009)

En 1972, se celebró la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo). Reunió a 113 participantes, había presencia tanto de países desarrollados, como países desarrollados (con excepción de la URSS y sus aliados), 19 organismos intergubernamentales, y más de 400 organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales. Se fijaron algunas metas para el cuidado del medio ambiente como la prevención de descargas deliberadas de petróleo en el mar, así como informes del uso de energía.

La Declaración de Estocolmo (1972) reconocía la deuda ecológica atribuible a los países industrializados y la situación de desventaja histórica (y menor responsabilidad ambiental) de los países en desarrollo. Entre los puntos proclamados destaca el cuarto que dicta:

En los países en desarrollo, la mayoría de los problemas ambientales están motivados por el subdesarrollo. Millones de personas siguen viviendo muy por debajo de los niveles mínimos necesarios para una existencia humana decorosa, privadas de alimentación y vestido, de vivienda y educación, de sanidad e higiene adecuadas. Por ello, los países en desarrollo deben dirigir sus esfuerzos hacia el desarrollo, teniendo presente sus prioridades y la necesidad de salvaguardar y mejorar el medio ambiente. Con el mismo fin, los países industrializados deben esforzarse por reducir la distancia que los separa de los países en desarrollo. En los países industrializados, los problemas ambientales están generalmente relacionados con la industrialización y el desarrollo tecnológico (P. 1).

Entre los 26 principios que se incluyen en la mencionada declaración, se incluyen cuestiones como: los derechos fundamentales del hombre (libertad, igualdad y disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio ambiente de calidad que le permita una vida digna y bienestar), se habla también de la equidad intergeneracional (generaciones presentes y futuras); de la planeación del desarrollo económico; reducir la contaminación; destinar recursos a la protección, preservación y cuidado del medio ambiente; una mejor administración de los recursos naturales de que disponga cada país; contribuir a la creación de mecanismos de gobernanza ambiental global.

De esta declaración destaca el principio 20 el cual plantea, que los países desarrollados cuentan con mayor capacidad financiera, científica y tecnológica para investigar y proponer soluciones a los problemas ambientales que aquejan a todos los países, ellos deben liderar estos esfuerzos, apoyar, asistir y facilitar soluciones a los países en desarrollo. Este principio se vincula también con el principio 11, que menciona que no se debería cortar el potencial de crecimiento actual o futuro de los países en desarrollo, ni obstaculizar la búsqueda de mejores condiciones de vida para todos.

Estocolmo representó todo un precedente académico y político para buscar nuevas concepciones de desarrollo, más allá del ámbito económico, además de que fue la base para la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y contribuyó también como precedente para la creación de otras agencias y organizaciones. (Ávila, 2013)

En 1987, la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD creada en 1983 y liderada por Gro Harlem Brundtland primera ministra noruega) publicó el reporte *Nuestro Futuro Común* (NFC), conocido también como el *Informe Brundtland*. El aporte más difundido de este informe es el afianzamiento del término de desarrollo sustentable, definido como aquel que “satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones” (ONU, 2018).

De acuerdo con este término e independientemente del debate entre si es sostenible y sustentable, este tipo de desarrollo se concibe como el resultado de la conjunción de tres dimensiones interrelacionadas entre sí: sociedad, economía y ambiente.

En el Informe Brundtland destaca que los efectos del deterioro ambiental eran una responsabilidad que debía ser compartida y que recaía en manos de los países industrializados en mayor medida, dado que el crecimiento de estos había detonado la explotación desmedida de los recursos naturales, por lo que tenían una responsabilidad especial por el hecho de haber limitado las posibilidades de crecimiento de los países en desarrollo (Goodland, 1994).

Dicho informe recupera la concepción de los límites de los recursos, enfatiza la importancia de las instituciones y la cooperación para alcanzar el desarrollo sustentable, grosso modo, plantea la necesidad de cambiar las formas de crecimiento demográfico y económico. Específicamente sobre los modelos de producción y crecimiento económico, el documento NFC menciona que se deben seguir mejorando y haciendo más eficientes los procesos de producción industrial, dado que los costos son menores que atender temas como el deterioro de la salud por contaminación.

Al igual que la Declaración de Estocolmo, en este informe, se reconoce que los países en desarrollo requieren asistencia en temas tecnológicos para hacer más eficientes los procesos industriales, responsabilidad que también debe recaer en las empresas trasnacionales y las naciones (que deben correr con los costos de toda industrialización inadecuada). (NFC, 1987, P. 30) Se reconoce el papel de la industria en el desarrollo de la humanidad, pero se enfatiza sobre todo en sus responsabilidades para prevenir y contrarrestar la contaminación en sus diversas formas.

Después del Informe Brundtland, la sustentabilidad fue integrada también desde una cuestión financiera global y en 1991 se implementó mediante el Banco Mundial el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) en el cual estaban contemplados 182 gobiernos, instituciones internacionales, organizaciones de la sociedad civil (OSC) y el sector privado para abordar temas ambientales globales. Los recursos recaudados serían utilizados para financiar proyectos de los países en desarrollo (y economías emergentes) relacionados con la diversidad biológica, cambio climático, aguas internacionales, degradación de la tierra, agotamiento de la capa de ozono y contaminantes. Una de las principales críticas a este fondo sería su incapacidad de ver el problema de forma sistémica y ser fondos insuficientes a la problemática.

Para 1994 se reestructuró el instrumento de GEF y se involucró en su manejo al PNUD y al PNUMA, sin embargo, no se atendía a la verdadera raíz del deterioro ambiental. El crecimiento de los países seguía midiéndose a partir del Ingreso Nacional Bruto tal como lo establecía el Sistema de Cuentas Nacionales de la ONU, pero, en éste no figuraban estadísticamente los costos del desgaste de los recursos, es decir, podía haber financiamiento para proyectos de protección en cualquiera de los rubros contemplados como biodiversidad, cambio climático, capa de ozono y demás, pero no se atendieron los temas de crecimiento de la población, la disminución de recursos no renovables y los renovables.

El desarrollo sustentable sería retomando en 1992 como un pilar fundamental de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, pues ya desde los años ochenta estalla un acelerado proceso de industrialización que derivó luego del Consenso de Washington que básicamente llevó a los países a implementar políticas neoliberales que llevaron a la dilución del Estado como rector de la economía, dando paso al mercado como regulador de precios. A dicho Consenso se adecuaron países con problemas de endeudamiento exterior junto a aquellos que surgieron de la desintegración de la URSS y el agotamiento de su modelo económico. Así para la década de 1990, la operación de un sistema internacional unipolar llevaría a prestar más atención a cuestiones particulares como el medio ambiente, sobre este proceso Andrés Ávila (2013) expresa:

El Informe Brundtland y la Cumbre de Río generaron que la idea o enfoque del desarrollo sustentable adquiriera relevancia en un plazo relativamente breve y fue incluida en las formulaciones de los organismos internacionales que tienen más influencia en la orientación de los modelos de desarrollo como el Banco Mundial, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Banco Interamericano de Desarrollo y evidentemente las agencias de la ONU como el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). De igual manera, el enfoque fue incorporado en el discurso político, no sólo ambientalista sino en general por el desarrollo. (P. 4)

Es particularmente en 1992 con la Cumbre de la Tierra que el desarrollo sostenible se hizo latente en la agenda internacional como uno de los temas prioritarios desembocando en la adopción del Programa 21, donde se reconocen los impactos de la actividad humana en el medio ambiente, sin dejar de lado las dimensiones sociales y económicas. A partir de la Cumbre de Río, anualmente se realizan cumbres internacionales sobre cambio climático, conocidas como Conferencia de las Partes (COPs) así como cumbres internacionales enfocadas en la biodiversidad, deforestación y desarrollo sustentable.

Respecto a los efectos colaterales de la industria en el medio ambiente, la propia Agenda 21 plantea la necesidad de la evolución de las modalidades de consumo; la gestión de desechos (peligrosos, sólidos, radiactivos); la transferencia de tecnología ecológicamente racional, y con ello la cooperación y aumento de la capacidad tecnológica y científica; temas vinculaciones a la toma de decisiones, la planificación y la educación.

En 1992 se creó también la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y cinco años más tarde se establecería el Protocolo de Kioto como mecanismo jurídico vinculante, cuyo objetivo era reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los países contratantes, a fin de mitigar los efectos del cambio climático, en particular cuestiones como el aumento de los niveles del mar, la pérdida de biodiversidad, el desgaste de la capa de ozono, entre otros vinculados con el cambio climático, sobra decir que el esfuerzo se consideró un fracaso pues las medidas adoptadas por los países no solo fueron ineficientes sino que los procesos industriales, la explotación demográfica y el crecimiento de las urbes se intensificaron.

En septiembre del año 2000 en la ciudad de Nueva York se celebró la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas. En dicho evento, los líderes de 189 naciones adoptaron los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM), los cuales se crearon como una hoja de ruta para poner en marcha la Declaración del Milenio. Los ODM promovieron la lucha contra problemas sociales como la pobreza, la salud y la educación. El séptimo principio planteó "Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente", aunque de forma general se veían como principios disociados unos con otros y no se veía de forma conexas al Desarrollo Sustentable (DS en adelante).

En el 2002, [...] se llevó a cabo la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sustentable (CMDS). Como el propio nombre de la Cumbre lo indica, en esta ocasión la discusión se centraría en el propio desarrollo sustentable, a diferencia de Río en donde la atención se concentró más en el binomio medio ambiente y desarrollo. Sin embargo, la Cumbre de Johannesburgo no tuvo el alcance y los resultados que sí tuvo Río, pues la coyuntura política internacional no propició mayores avances en materia de cooperación internacional para el desarrollo sustentable. (Ávila, 2013, P. 5)

Fue hasta la Conferencia de Río + 20 en 2012, que se esbozaron esfuerzos por integrar los ODM con el DS, y se puntualizó la necesidad de reforzar los compromisos internacionales para mitigar el cambio climático ante las deficiencias del Protocolo de Kioto, aunque en la práctica los verdaderos avances han sido gracias a iniciativas unilaterales, particularmente en regiones como Europa y Asia.

A partir de la Conferencia de Río, la sustentabilidad se abordó desde la visión normativa, enfoque derivado de los tratados internacionales, lo cual ha fortalecido el papel de las políticas públicas, la innovación científica y tecnológica especialmente destinada a cuestiones industriales, de transporte y vivienda. Otro de los ejes impulsados en Río + 20, fue la construcción de una economía ecológica para lograr el desarrollo sostenible y combatir la pobreza (ONU, 2018). A lo largo de la Declaración resultante de esta cumbre, denominada *El futuro que queremos*, se reitera incansablemente la importancia de incorporar a la industria para lograr el DS. Derivado de la visión de Río + 20, se creó un Grupo de Trabajo Abierto con la participación de 70 países, quienes se encargaron de la redacción del borrador de lo que serían los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), cuya propuesta final se publicó en 2014, con el establecimiento de 17 objetivos y 169 metas, tras un proceso de evaluación global y consultas, se sometió a su aprobación ante la Asamblea General en enero de 2015. (Acción, 2015).

En 2013 en el seno de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI creada en 1966), se realizó la Conferencia General de la ONUDI, de la cual emanó un documento conocido como la Declaración de Lima (2013). E documento titulado “Hacia un desarrollo industrial inclusivo y sostenible”, reconoce la imperante necesidad de lograr un desarrollo industrial inclusivo y sostenible, acorde con la triple dimensión del DS.

Creemos que las medidas eficaces encaminadas a lograr el desarrollo industrial inclusivo y sostenible, además de integrar de forma equilibrada las tres dimensiones -económica, social y medioambiental- del desarrollo sostenible, deberían aumentar la capacidad productiva de forma que se apoye la transformación estructural de la economía; se aliente el crecimiento económico y la creación de empleo decente; se aumente la productividad y el desarrollo, la transferencia y absorción de tecnología en condiciones acordadas recíprocamente, la infraestructura y la innovación tecnológica; se impulse el comercio y el desarrollo, en particular en el sector de las pequeñas y medianas empresas, las microindustrias y otras formas nuevas de entidades basadas en la comunidad; se promuevan la utilización sostenible, la gestión y la protección de los recursos naturales y los servicios de los ecosistemas que prestan; y se apoyen las investigaciones y el desarrollo conexos. (P. 2)

En septiembre de 2015 mediante la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en Nueva York se adoptó el nuevo programa, titulado “*Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*”, dicho documento es fruto del acuerdo alcanzado por los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas y, se compone de una Declaración que incluye los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas aprobados a principios de ese año, se trata de un proceso de transición de los ODM a los ODS. ([Véase Anexo 8](#))

En diciembre del mismo año, se celebró en París la COP XXI, donde 195 países aprobaron el Acuerdo de París para redoblar esfuerzos y compromisos en la lucha contra el Cambio Climático. En este acuerdo a diferencia del Protocolo de Kioto, ya no se diferencia de países en desarrollo de países desarrollados, se habla de hecho de una acción global generalizada donde ya se reconoce responsabilidad de todos los países (sin importar su grado de desarrollo e industrialización) como causantes de las emisiones de GEI, pues el objetivo máximo era intentar mantener estable la temperatura global en 1.5°.

Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático (ONU, 2015)

Este cambio en cuanto a la atribución de responsabilidades corresponde a que muchos países, principalmente aquellos que en la década de 1990 se ubicaban como países en desarrollo, no tenían las mismas responsabilidades ambientales atribuibles a los países de industrialización más remota, lo cual les dio oportunidad de acelerar sus procesos de industrialización, hasta que en 2012 ya superaban las emisiones de los países reconocidos en el Anexo B del Protocolo de Kioto como los principales emisores de GEI a nivel global. ([Véase Anexo 9](#))

De acuerdo con la base de datos de emisiones para la investigación atmosférica global (EDGAR) de la Comisión Europea, el Centro de Investigación Conjunta (JRC) y la Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos (2016), en 1990, entre los 10 países con mayor emisión de CO₂ se encontraban EU, Rusia, Japón, Alemania, Reino Unido, Ucrania, Canadá, Italia, Francia y China (esta última identificada como economía emergente), para el año 2005, China ya lideraba la emisión de CO₂ y se observan dentro de los 10 países con mayores emisiones junto a otros países en desarrollo como India e Irán.

Tal como se muestra el Cuadro 3 y en el Gráfico 1, en 2015, China permanece como el principal emisor de CO₂, India como el tercero, Irán como el séptimo y se suman a esta reducida lista países como Indonesia, Brasil y México de ahí que, el reconocimiento de responsabilidades ambientales también se haya reestructurado en el Acuerdo de París.

Cuadro 3. Nuevos países más contaminantes (2015)

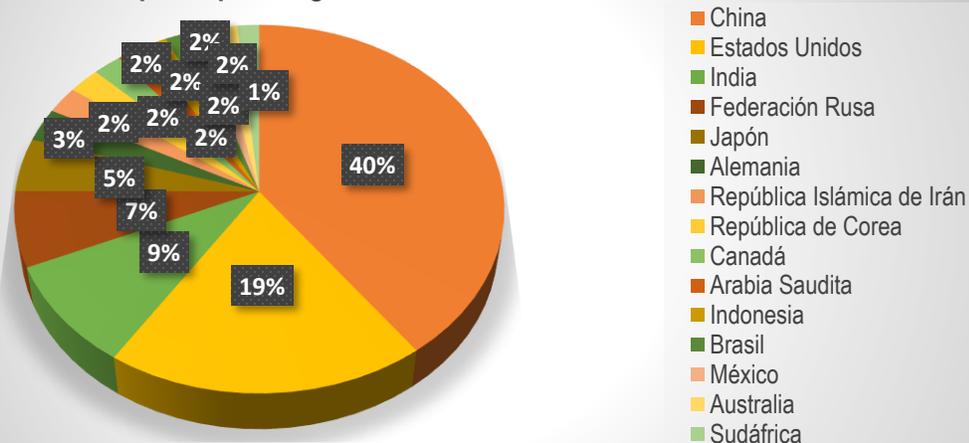
PAÍS	% CONTRIBUCIÓN A LA EMISIÓN GLOBAL DE CO ₂ (2015)	KTON (Gg) CO ₂ (2015) [*]
China	29.51%	10,641,789
Estados Unidos	14.34%	5,172,338
India	6.81%	2,454,968
Federación Rusa	4.88%	1,760,895
Japón	3.47%	1,252,890
Alemania	2.16%	777,905
República Islámica de Irán	1.76%	633,750
República de Corea	1.71%	617,285
Canadá	1.54%	555,401
Arabia Saudita	1.40%	505,565
Indonesia	1.39%	502,961
Brasil	1.35%	486,229
México	1.31%	472,018
Australia	1.24%	446,348
Sudáfrica	1.16%	417,161
15 de países con mayor emisión de CO ₂ (2015)	74.03%	26,697,503
Total Mundial (2015)	100%	36,061,710

NOTAS:

*Las emisiones kton (Gg) CO₂, integran las emisiones por uso de combustibles fósiles y emisiones de procesos industriales (producción de cemento, uso de carbonatos de piedra caliza y dolomita, uso no energético de combustibles y otros procesos de combustión, procesos químicos y metálicos, solventes, cal y urea agrícolas, fuegos de desechos y combustibles fósiles). Se excluyen: la quema de biomasa de ciclo corto (como la quema de residuos agrícolas), la quema de biomasa a gran escala (como los incendios forestales) y las emisiones / absorciones de carbono del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura (LULUCF).

**En el listado original en la posición 10 se encuentra Transporte Marítimo Internacional, y en la posición 16, Aviación Internacional

Gráfico 1. Lista de los 12 países más contaminantes en 2015 y su participación global en la emisión de CO₂ en %



Elaboración propia a partir de J.G.J. Olivier, et al. (2016) *Tendencias de las emisiones globales de CO₂: Informe 2016*.

En respuesta a la compleja problemática que entraña la lucha contra el cambio climático y en general, la creación de modelos económicos, políticos y sociales con la perspectiva ambiental que requiere el desarrollo sustentable, la teoría de la Interdependencia Compleja de Robert O. Keohane y Joseph S. Nye (1988), da claridad sobre las formas y los mecanismos que han contribuido a un mayor impulso a la temática ambiental en las agendas internacionales. De acuerdo con los autores de esta teoría, las tres características principales de la interdependencia compleja, son (P. 41):

Canales múltiples. Todos aquellos nexos formales e informales que conectan a los distintos actores que se desenvuelven en la escala internacional, nexos reforzados por las comunicaciones y la tecnología, es decir, las relaciones interestatales, transgubernamentales y transnacionales. Esto implica que el Estado ya no es el único ente facultado para coordinar las relaciones entre diferentes actores, sino que pasa a ser un actor más, lo que implica que puedan ejercer influencia actores como las sociedades civiles organizadas, las organizaciones no gubernamentales, instituciones de educación, incluso individuos.

Ausencia de jerarquías. En las relaciones interestatales no existe una jerarquía clara donde un tema esté por encima de otro o sea más importante, tal como sucede con los temas ambientales en el mundo, pues no existe una preeminencia frente a otros como los políticos, de seguridad, etcétera. Ante la falta de jerarquías, pueden ser procesos coyunturales o a causa de algún factor que incida en la movilización de los intereses hacia ciertos temas, como sucede con el cambio climático y otros problemas ambientales que, si bien no se superponen a otros, si han ido cobrando importancia y se han venido fortaleciendo en la agenda internacional, paralelamente a otros temas contemporáneos.

La fuerza militar no es empleada por los gobiernos contra otros gobiernos de la región cuando predomina la interdependencia compleja. Como la fuerza militar no es un factor relevante para alcanzar acuerdos en áreas como la ambiental, es desvalorizada, pues los Estados “fuertes” no pueden emplear su poder militar para controlar a los resultados en cuestiones donde se sienten más débiles, debido a que pueden existir otras formas de control y dominio, como sucede con el prestigio político o con el poder económico. Así, los actores que promueven los temas ambientales como parte importante de la agenda internacional, comprenden que dependen de la voluntad de los involucrados, no existe fuerza militar capaz de activar las acciones pro ambientales.

Keohane y Nye (1988) puntualizan que la interdependencia implica una mutua conciencia de pérdidas y ganancias:

Buena parte de la interdependencia económica o ecológica implica la posibilidad de pérdidas o ganancias conjuntas. La mutua conciencia de las potenciales pérdidas o ganancias y el empeoramiento de la posición de cada actor en virtud de disputas cada vez más ásperas acerca de la distribución de las ganancias son circunstancias que pueden limitar el empleo de la interdependencia asimétrica. (Keohane y Nye, 1988, P. 50)

De acuerdo con esta teoría, las instituciones internacionales juegan un papel muy importante en la negociación política, dado que en la realidad internacional existen múltiples problemas imperfectamente relacionados, donde, las coaliciones son transnacionales y transgubernamentales (Keohane y Nye, 1988, P. 54). Dicho supuesto aplicado al desarrollo de la agenda ambiental en el mundo, ha sido fuertemente impulsado en la ONU y en diversos organismos de la misma, que funcionan como mesa de diálogo y negociación en aras de impulsar los temas ambientales a nivel global.

Las instituciones internacionales contribuyen a establecer una agenda internacional (como sucedió con la creación de la Agenda 2030), actúan como plataformas de diálogo y negociación para la formación de coaliciones y como escenario para iniciativas políticas y vinculación con los Estados débiles, papel que en el área ambiental es implementada por organizaciones internacionales como la ONU, PNUMA, ONUDI, Foro Económico Mundial y otros, que buscan incidir en la creación de políticas proambientales en países con rezagos legislativos, además de promover la vinculación entre gobiernos, de gobiernos con iniciativa privada, o de iniciativa privada con las sociedades, en virtud de alcanzar las metas propuestas por el DS.

Precisamente, las NDC establecidas en el marco del Acuerdo de París de 2015, como una estrategia global para acelerar que se alcance el punto máximo de emisiones de CO₂, y una vez alcanzado, que se comience a reducir la emisión global de CO₂, es un esquema de responsabilidad adquirida, ya que los países se comprometen a determinadas acciones y reducción de las emisiones de GEI de forma unilateral, es decir, cada país debe esclarecer las medidas de mitigación a implementar y con ello una meta cuantificable del CO₂ que se propone reducir, lo que hace de las NDC algo voluntario (Art. 4. P. 4). La rendición de cuentas sobre las emisiones y la absorción antropogénica de CO₂, requiere la aplicación de una metodología que permita evaluar resultados y a partir de ello, que los países puedan replantear o fortalecer sus estrategias de mitigación de GEI, además, las NDC deberán ser actualizadas cada lustro, buscando que las metas sean más ambiciosas.

En el Cuadro 4, se incluyen las metas de reducción de emisiones de CO₂ declaradas por algunos de los países que encabezaban la lista de los principales países emisores de CO₂ en 2015.

Cuadro 4. NDC de algunos de los países más contaminantes de 2015.		
PAÍS	META DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂ A 2020	META DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO₂ A 2030:
China (30/06/2015)	Por unidad de PIB entre un 40% y un 45% con respecto al nivel de 2005	Reducir las emisiones de dióxido de carbono por unidad de PIB entre un 60% y un 65% con respecto al nivel de 2005.
Estados Unidos (02/09/2016)	2025: reducir emisiones de GEI en un 26-28% por debajo de su nivel de 2005 y hacer el mejor esfuerzo para reducir 28% de emisiones	
India (01/10/2016)	Reducir la intensidad de las emisiones de su PIB entre un 20% y un 25%, sobre los niveles de 2005, a pesar de no tener obligaciones vinculantes de mitigación según la Convención	Reducir la intensidad de las emisiones de su PIB entre un 33% y un 35% para 2030 desde el nivel de 2005.
Japón (07/11/2016)		Reducciones de emisiones de GEI en 26.0% en comparación con el año 2013 (aprox. 1.042 millones de t-CO ₂ eq.)
Alemania (01/10/2016)	Reducción de emisiones de GEI en 20% en comparación con 1990 (incluye el uso de compensaciones).	Reducción nacional de al menos un 40% de las emisiones de GEI en comparación con 1990
Corea del Sur (30/06/2016)		Reducir emisiones de GEI en un 37% desde el nivel habitual (Business As Usual, 850.6 MtCO ₂ eq) en todos los sectores económicos.
Canadá (04/10/2016)		Reducir en 30% la emisión de GEI tomando en consideración los niveles de 2005.
Arabia Saudita (02/11/2016)	Entre 2016 y 2020, Arabia Saudita se reserva el derecho de dar más detalles sobre su NDC.	Alcanzar metas de mitigación de hasta 130 millones de toneladas de CO ₂ eq reducidas de forma anual, mediante la diversificación y adaptación económica.
Indonesia (05/11/2016)	En 2010, el Gobierno de Indonesia se comprometió a reducir las emisiones en un 26% (41% con apoyo internacional)	Objetivo de reducción incondicional del 29% y un objetivo de reducción condicional de hasta el 41% del escenario habitual para 2030.
Brasil (20/09/2016)	2025. Reducir las emisiones de GEI en un 37% por debajo de los niveles de 2005. Lograr emisiones brutas de aproximadamente 2 GtCO ₂ e4 en 2020	Reducir las emisiones de GEI en un 43% por debajo de los niveles de 2005 en 2030.
México (20/09/2016)		Reducción incondicional del 25% de las emisiones y Contaminantes Climáticos de Vida Corta (implica la reducción del 22% de GEI y del 51% de Carbono Negro. Hasta 40% de manera condicional. 2050: Reducir el 50% de las emisiones, con respecto al año 2000.
Australia (08/11/2016)	Reducir las emisiones en un 5 % por debajo de los niveles de 2000 (equivalente a un 13 % por debajo de los niveles de 2005).	Australia implementará diversas medidas económicas para reducir las emisiones de GEI entre el 26% y el 28% sobre los niveles de 2005.
Sudáfrica (31/10/2016)	Las emisiones de Sudáfrica para 2025 y 2030 estarán en un rango entre 398 y 614 Mt CO ₂ eq.	Mitigación pasa de una "desviación de la situación habitual" (Business as Usual) a un compromiso para trazar trayectoria de emisiones de GEI pico, meseta y declive.
Elaboración propia a partir de las NDC de cada país. Consultadas en: https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/Pages/Home.aspx		

2.3. Responsabilidad ambiental más allá de la visión estatocéntrica: Deuda ecológica privada.

Pese a los esfuerzos que se hacen a nivel Estatal, es necesario también abordar la lucha contra el cambio climático más allá de la visión estatocéntrica, reiterando que las empresas juegan un papel trascendental en la lucha contra el cambio climático a fin de alcanzar el desarrollo sostenible.

La persistencia de monopolios en la economía de mercado tiene graves repercusiones para el medio ambiente, pues no sólo limitan la oferta y controlan los precios en perjuicio de los consumidores a fin de obtener un mayor margen de ganancia, al no tener competidores tampoco tiene incentivos para reducir los costos de producción ni para implementar innovaciones, incrementando gradualmente su nivel de ineficiencia, esta falta de innovación genera que los procesos productivos permanezcan inalterables por mucho tiempo, pudiendo ser ineficientes en términos de consumo energéticos y de uso de materias primas, a la vez que generan grandes cantidades de residuos sin tratamiento adecuado, externalidades negativas que impactan a las poblaciones y costos que deben ser cubiertos por los Estados.

La contaminación ambiental no es un fenómeno localizado o definido por los límites geográficos y político que constituyen a un Estado, además, de que la dinámica actual de la transnacionalización de las empresas, dificulta deslindar responsabilidades entre países, siendo que las empresas salen de su país de origen para instalarse en otros con leyes ambientales más laxas, pudiendo reducir sus emisiones de contaminantes en el país de origen, pero no en el de destino.

Debido al carácter estatocéntrico de los instrumentos internacionales que buscan mitigar el cambio climático (particularmente Protocolo de Kioto y Acuerdo de París) se deja fuera a las empresas como actores centrales. Esto es de suma importancia recordando que, a partir de los años ochenta no son los Estados *per se*, los que toman las decisiones, la implementación de políticas públicas en materia económica, social, desarrollo, ciencia, tecnología, educación y otras, son establecidas teniendo en consideración sus efectos sobre la inversión privada (nacional y extranjera), así, los intereses de los grandes empresarios mundiales se ven incorporados dentro de las políticas públicas.

Los intereses empresariales reflejados en las políticas públicas, representan un desafío para cumplir el Acuerdo de París:

Para que el acuerdo que se alcance en París sea beneficioso para quienes más lo necesitan, los Gobiernos reunidos en París deben hacer frente a la influencia de estas élites y dar la cara por sus ciudadanos y ciudadanas, sobre todo por los más pobres y vulnerables, que son además quienes generan un menor volumen de emisiones. (Oxfam, 2015. P. 2)

Precisamente, con la diversificación de actores desde la década de los años 80, y los procesos de globalización derivados del fin de la guerra fría, se hicieron latentes problemas de escala global como la pobreza y los daños y atentados ecológicos globales (Beck, 1999). Debido a que la globalización desestima la persistencia de barreras geográficas, la sociedad internacional se desenvuelve dentro de un mismo espacio geográfico indivisible, el planeta tierra. Las acciones que se llevan a cabo en un extremo del planeta pueden tener impactos en el resto, de ello se deriva una consideración general: el planeta tierra constituye un sistema y los Estados son subsistemas.

La caracterización más usual sobre la globalización y el medio ambiente, remite al calentamiento global y a las crisis ambientales como fenómenos de dimensiones planetarias, lo cual no afecta a determinados países, organizaciones, individuos, flora y/o fauna en particular, sino a todos en su conjunto, en menor o mayor grado de acuerdo a sus características climáticas y geomorfológicas.

Con el establecimiento de puentes de comunicación e interacción virtual derivado del desarrollo en las telecomunicaciones, se incrementó también un proceso homogeneizador de los estilos de vida, de los patrones de consumo, de los ideales, de pautas culturales, y, desde la visión ambiental, la toma de conciencia sobre los impactos de las acciones antropogénicas para el medio ambiente. Esta visión es definida por la sociología como la sociedad de riesgo mundial.

La teoría de la sociedad del riesgo mundial nace en el contexto de la globalización, y de acuerdo con ella, existen riesgos globales y, por tanto, varias definiciones de crisis ecológicas, que producen nuevos desórdenes y turbulencias mundiales. Tales riesgos y peligros, diagnostican como sociedad de riesgo mundial si:

[...] los denominados peligros globales hacen que se resquebrajen los pilares del tradicional sistema de seguridad. Los daños pierden su delimitación espacio-temporal para convertirse en globales y permanentes. Los daños apenas si se pueden seguir atribuyendo a unos responsables determinados [...] Los daños tampoco pueden seguir siendo compensados financieramente [...] En consecuencia, tampoco se puede planificar el «día después» en caso de que sobreviniera lo peor de lo peor. (Beck, 1999, P. 93)

Partiendo de la caracterización que hace Ulrich Beck (1999) se pueden identificar tres clases de peligros globales:

1. Conflictos a causa de *males* producidos por *bienes*, es decir, los daños ecológicos ocasionados por la riqueza y los peligros técnico-industriales, como en el caso del agujero en la capa de ozono y el efecto invernadero, pero también las consecuencias imprevisibles e incalculables de la manipulación genética y de las técnicas de trasplante, entre otros.

2. Daños ecológicos condicionados por la pobreza y los peligros técnico-industriales, es decir, aquellos daños generados por los pobres en la búsqueda de alcanzar el desarrollo y abastecer sus necesidades de alimento, vestido y vivienda, como podría ser el uso de agroquímicos para mejorar la productividad, el cambio de uso de suelo, uso extensivo de los suelos y su consecuente contaminación, la quema de residuos por la falta de servicios de saneamiento gubernamental, la contaminación de recursos hídricos por falta de servicios, y la pérdida de los conocimientos y prácticas ancestrales que tenían como eje una visión ambiental, como resultado de la búsqueda de un modelo de desarrollo occidental y urbano de consumismo, ingreso alto, etcétera.

3. Los peligros de las armas de destrucción masiva, pues no han desaparecido los peligros de autodestrucción regional o global mediante armas nucleares, químicas o biológicas, que pueden romper el restante equilibrio.

Precisamente, los peligros globales, suponen un riesgo para los sistemas naturales y humanos, así el miedo que producen estos peligros “unifican” a la humanidad, como entes capaces de accionar para frenar esta situación de riesgo, constituyéndose de esta forma una “sociedad global” donde no importan las barreras culturales, económicas, políticas, ideológicas, entre otras, puesto que todos estamos bajo la amenaza de sufrir los efectos del daño ambiental.

Como sociedades que percibimos el riesgo de la inacción o de la inercia a mantener el actuar humano sin cambios, nos vemos obligados a desarrollar mecanismos de cooperación y acción que ayuden a mitigar el cambio climático y a reducir (y en medida de lo posible contrarrestar) los problemas ambientales, alcanzando para ello acuerdos y compromisos internacionales en beneficio del cuidado ambiental y reducir así los riesgos a que nos enfrentamos, a destinar recursos financieros que contribuyan a la lucha contra el cambio climático y la reducción progresiva del impacto antropogénico sobre el medio ambiente.

Si bien, los Estados continúan siendo actores privilegiados en cuanto a el establecimiento de acuerdos, tratados, compromisos, protocolos y otros mecanismos jurídicos de valor para el derecho internacional, no son los únicos, debido a que la presión y los modelos de acción de otros actores como las organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales, la sociedad civil organizada y las empresas, también puede incidir en la toma de decisiones políticas, en la difusión de los problemas ambientales globales y en su solución, después de todo, los riesgos del deterioro ambiental afectan a todos.

El informe del IPCC de 2019, reconoce cuatro asimetrías asociadas a los efectos del calentamiento global: a) los beneficios de la industrialización se han distribuido de forma desigual, y los más beneficiados han contribuido a los problemas climáticos, por lo que su responsabilidad es mayor; b) los peores impactos tienden a afectar a quienes son menos responsables, entre países y entre generaciones; c) incapacidad de dar soluciones y estrategias de respuesta, siendo que quienes más son afectados, no siempre son representados en la creación de soluciones. d) finalmente la asimetría en la respuesta futura, hace a algunos (países, grupos e individuos) quedarse estancados mientras el mundo camina hacia economías bajas en carbono. (IPCC, 2019, P. 55)

Percibido el peligro, muchas empresas, organizaciones, centros educativos, gobiernos e individuos, trabajan arduamente para construir bases de datos donde se pueda observar el impacto de las empresas como actores primordiales en la emisión de GEI y en la contaminación ambiental. Si bien en la actualidad no existe una base de datos que agrupe a todos los sectores industriales que contribuyen al calentamiento global, destacan los informes de *Oxfam* de 2014 y 2016, así como el listado incluido en el reporte “Los Mayores emisores de Carbono” de 2017.

2.3.1. Desigualdad de la huella ecológica.

El informe de *Oxfam* de 2016, surge en respuesta al Acuerdo de París, y reconoce el papel de los consumidores como emisores potenciales de GEI, señalando particularmente que las mayores emisiones son resultado de los hábitos de consumo de los sectores con mayor ingreso económico, después de todo, los grupos de mayores ingresos son también quienes están al mando de las grandes empresas que generan altos índices de contaminación.

El enfoque de dicho informe, destaca la importancia de combatir el cambio climático desde la desigualdad económica. (*Véase Anexo 10*)

Nuestras estimaciones son conservadoras, y nos indican que el promedio de emisiones de una persona que se encuentre entre la mitad más pobre de la población mundial es de sólo 1,57 tCO₂ (toneladas de dióxido de carbono), un volumen once veces inferior al de la huella de carbono media de una persona perteneciente al 10% más rico. El nivel medio de emisiones generadas por una persona que forme parte del 10% más pobre de la población mundial es 60 veces inferior al de alguien que pertenezca al 10% más rico. (Oxfam, 2016, P. 4)

Las emisiones per cápita del 10% más rico de la población mundial ascienden a 17.60 tCO₂, y sus emisiones totales a 8, 431, 448, 890 tCO₂, mientras que las emisiones per cápita del 50% más pobre de la población mundial ascienden a 1.57 tCO₂ y sus emisiones totales a 1, 791, 265, 686 tCO₂. (Oxfam, 2016, P. 15). Para las estimaciones de Oxfam, (2016 b,) se toman dos conjuntos de datos principales: 1) las distribuciones de ingresos intra-nacionales y los totales de la población, y 2) estimaciones a nivel nacional de las emisiones de CO₂ asociadas con el consumo de los hogares, con lo cual se muestra una relación elástica entre los ingresos y las emisiones per cápita (Oxfam, 2016b).

Otras investigaciones como la de Chancel y Piketty (2015), llegan a conclusiones similares, al dividir las emisiones totales de GEI de cada país, entre la población, obteniendo un estimado per cápita, que es luego asociado a bases de datos de consumo (P. 27). De acuerdo a lo anterior, estos autores señalan los promedios per cápita basados en el consumo para las diferentes regiones del mundo (Cuadro 5) y las variaciones entre las emisiones base de producción y las estimaciones basadas en el consumo.

Cuadro 5. Emisiones per cápita de CO₂ – Basadas en el ingreso / consumo (2013)		
	TON CO₂e POR PERSONA POR AÑO (CONSUMO)	% CAMBIO CON LA PRODUCCIÓN (PERSPECTIVA TERRITORIAL)
Promedio Mundial	6.2	0
Norteamericanos	22.5	13
Europeos (Occidente)	13.1	41
Medio Oriente	7.4	-8
Chinos	6	-25
Latinoamericanos	4.4	-15
Surasiáticos	2.2	-8
Africanos	1.9	-21
Nivel Sustentable	1.3	0

Fuente: Tomado de Chancel, Lucas; Piketty, Thomas. (2015). *Carbono y desigualdad de Kioto a París: Tendencias en la desigualdad de las emisiones de carbono (1998 – 2013). y perspectivas para un fondo de adaptación equitativo.*

Atendiendo a la lógica del informe, los hábitos de consumo de las poblaciones con mayores ingresos per cápita están asociados a diversos comportamientos que perpetúan la mencionada asimetría.

4. Consumo por tendencias de temporadas, generando consumos de impulso que son rápidamente desechados, es decir, el producto no cumple su ciclo de vida estimado y se genera nueva demanda para sustituir los bienes desechados.
5. El poder adquisitivo de los grupos con mayor liquidez económica contribuye a la demanda de productos hechos con recursos escasos, lo que incrementa la escasez de los mismos.
6. Dada la capacidad económica de la población de mayores ingresos, los efectos del cambio climático son superados con mayor facilidad, lo cual, no contribuye a la generación de conciencia y acciones proambientales.
7. Gran parte del capital que se invierte para seguir generando ganancias, es inyectado a sectores altamente contaminantes como los hidrocarburos.

De acuerdo a las tendencias globales de crecimiento urbano para las próximas décadas, el incremento demográfico y el incremento de la clase media (ONU, 2014), la mayor huella ecológica seguirá asociada a grupos de mayor poder adquisitivo.

2.3.2. Empresas más contaminantes del mundo.

En 2014 Oxfam emitió un informe, donde denuncia que los diez gigantes de industria alimentaria tienen una huella de carbono mayor que la de muchos países. De acuerdo con este informe (Oxfam, 2014), las emisiones conjuntas de Associated British Foods, Coca-Cola, Danone, General Mills, Kellogg, Mars, Mondelez International, Nestlé, PepsiCo y Unilever ascienden a 263,7 millones anuales de toneladas GEI, cantidad superior a las emisiones conjuntas de Finlandia, Suecia, Dinamarca y Noruega.

De hecho, las 10 Grandes —Associated British Foods (ABF), Coca-Cola, Danone, General Mills, Kellogg, Mars, Mondelez International (antiguamente Kraft Foods), Nestlé, PepsiCo y Unilever— generan en conjunto unos ingresos de más de 1.100 millones de dólares al día y dan trabajo a millones de personas, de manera directa e indirecta, en el cultivo, procesamiento, distribución y venta de sus productos. En la actualidad, estas empresas forman parte de una industria valorada en 7 billones de dólares, mayor incluso que el sector de la energía, y que representa aproximadamente un diez por ciento de la economía mundial. (Oxfam, 2013, P. 5)

El monopolio que estas empresas ostentan en la industria alimentaria a nivel mundial ha llevado a la absorción de pequeños productores, a la integración dentro de sus cadenas de suministros de productores que no tienen prácticas sustentables en cuanto al manejo de agua, el cambio en el uso de los suelos, etc., sin dejar de lado que, pese a que estas diez empresas cuentan con la capacidad de incidir sobre sus proveedores exigiendo prácticas sustentables y garantizando a la vez el comercio justo y la justa retribución económica a los trabajadores agrícolas, su política empresarial mantiene rezagos y por las dimensiones que abarca persisten deficiencias y obsolescencias que solo responden a dar continuidad a los intereses de las élites. ([Véase Anexo 11](#))

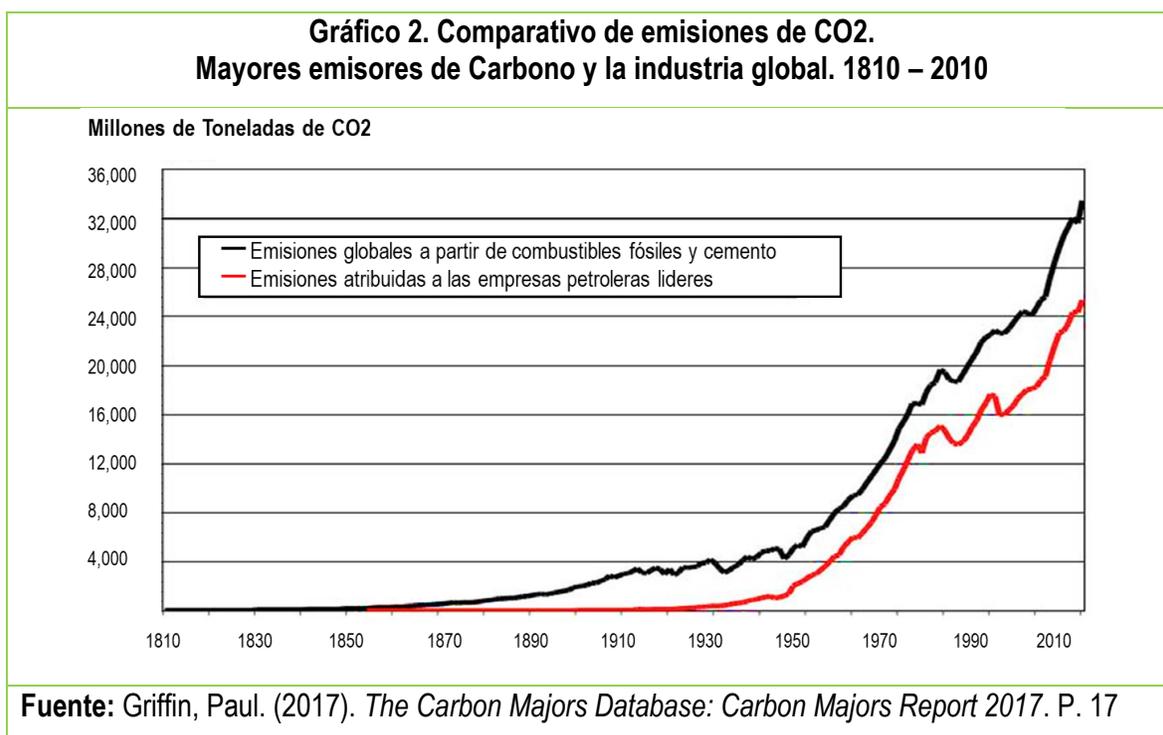
Tal como sugiere Oxfam (2014), las acciones filantrópicas como la reforestación, programas de sostenibilidad, certificaciones y otras medidas temporales, deben ser complementadas de forma efectiva con programas de reducción de la huella de carbono a lo largo de toda la cadena de suministro y producción con una visión a largo plazo, a fin de dar respuesta cabal a la complejidad de los efectos que se generan de la actividad industrial alimentaria. Así mismo, los gobiernos, los propios inversores y accionistas, tienen capacidad de exigir transparencia de las empresas en cuanto a las medidas de mitigación que están tomando y en cuanto a su responsabilidad social y ambiental, todo en el marco de la Responsabilidad Empresarial Extendida.

Por otro lado, los consumidores también son un grupo de presión importante, exigiendo transparencia de los proveedores, el lugar de origen de los productos o de la materia prima, etcétera. No olvidando que, la escasez de los alimentos disponibles (por los efectos del cambio climático sobre la producción alimentaria) influye en el sistema de precios, encareciendo los productos y repercutiendo en la desnutrición y malnutrición de varias regiones del mundo.

El estudio *Los Mayores Emisores de Carbono* de Paul Griffin (2017) recopila información de las 100 empresas (petroleras) con mayor huella de carbono en el mundo desde 1988, a partir de una base de datos de emisiones públicas y de la huella de carbono de las mismas. De acuerdo a este estudio, son cien empresas las responsables de la emisión mundial del 71% de los gases de efecto invernadero, categorización que desplaza la medición a partir de países, reconociendo la trascendencia del proceso de transnacionalización en relación a la emisión de GEI.

De las 100 empresas que figuran en el listado de los mayores emisores de carbono (*Véase anexo 12*), apenas 20 de ellas concentran más del 50% de emisiones de CO₂, China (Coal), representa el 14.3% de las emisiones acumuladas entre 1988 y 2015, seguida de Saudi Arabian Oil Company (Aramco) con el 4.5%, Gazprom OAO con 3.9%, National Iranian Oil Co con 2.3% y ExxonMobil Corp con el 2%, el resto de las 20 principales empresas emisoras, entre las que está incluida Pemex, generan emisiones que van desde 1.9% hasta 0.9%. (Griffin, 2017)

En el gráfico 2, se muestra un comparativo de emisiones de CO₂ de la industria petrolera.



En este estudio se señala que ese grupo de empresas petroleras que lideran la emisión de GEI, tienen también la capacidad de contribuir a la lucha contra el cambio climático mediante la reducción de sus emisiones, lo cual, debe sumarse al hecho de que existe una estrecha vinculación entre la contaminación que genera el 1% más rico del mundo, con la industria petrolera, en otras palabras:

Las multinacionales de combustibles fósiles se encuentran entre las empresas más rentables del planeta, y tras sus conocidas marcas se esconde un club de multimillonarios magnates del carbono. Ésta es la súper élite mega rica que ha hecho fortuna impulsando el cambio climático, cuyas consecuencias afectan mayoritariamente a las personas más pobres y vulnerables.

Entre las cumbres sobre el clima de Copenhague y París, el número de multimillonarios de la lista Forbes con intereses en el sector de los combustibles fósiles ha pasado de 54 en 2010 a 88 en 2015. En estos cinco años, el conjunto de sus fortunas personales se ha incrementado, pasando de más de 200.000 millones de dólares a más de 300.000.19 (Oxfam, 2016, P. 12)

La huella hídrica es otro de los indicadores que se usan para conocer el impacto ambiental de las empresas. De acuerdo con Gerbens-Leenes y Hoekstra (2008), en un listado de 500 empresas con mayor huella hídrica la cadena de tiendas Wal-Mart ocupa el primer lugar, figuran también otras empresas como Nestlé, Unilever, Carrefour, Tesco, Metro, Kroger, Cristian Dior y Nike, entre otras.

En cuanto a la contaminación por plásticos, Greenpeace (2018) señala que las empresas que más plástico generan en el mundo son: Coca-Cola, Pepsico, Nestlé, Danone, Mondelez International, Procter & Gamble, Unilever, Perfetti van Melle, Mars Incorporated y Colgate-Palmolive. Este listado es resultado de una campaña de limpieza global encabezada por la ONG, en nueve meses, seis continentes, 239 eventos de limpieza y 187,000 piezas de basura.

Contrario a los beneficios sociales que se espera puedan otorgar estas empresas: empleos, productos de calidad y a costos competitivos, responsabilidad empresarial, innovación, desarrollo científico y tecnológico, y de forma general que contribuyan al bienestar social, las grandes empresas multinacionales apenas representan el 10% de la población empleada, además de que utilizan mecanismos fiscales como la deducción por realizar acciones filantrópicas que deberían estar enmarcadas como parte de su responsabilidad ambiental, contribuyendo así a la perpetuación de las brechas económicas entre los poseedores de los medios de producción y el capital, con respecto a los empleados y las poblaciones más vulnerables al propio cambio climático.

Sería reduccionista decir, que no se ha avanzado respecto a integrar el DS y los ODS en los sectores industriales, pues en la actualidad diversas organizaciones y organismos alrededor del mundo trabajan para incentivar mundialmente la transición económica, política y social, hacia una visión sustentable alineada con los ODS. En términos exclusivamente empresariales, se encuentran instituciones como la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Foro Económico Mundial (FEM), Fundación Ellen MacArthur (EMF), Foro de Bienes de Consumo (GCF por sus siglas en inglés), Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés), Alianza Financiera para el Comercio Sostenible (FAST por sus siglas en inglés), Comité de Comercio y Medio Ambiente (CCMA) de la Organización Mundial de Comercio (OMC).

CAPÍTULO 3.

ECONOMÍA CIRCULAR COMO MODELO ECONÓMICO Y DE PRODUCCIÓN AMBIENTALMENTE RESPONSABLE: PERSIGUIENDO EL OBJETIVO 12 DE LA AGENDA 2030

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es uno de los esfuerzos más ambiciosos a nivel internacional para sistematizar los principales objetivos que requiere la humanidad para garantizar el bienestar presente y futuro del planeta y todos sus habitantes. Dicha Agenda no representa como tal, un instructivo para alcanzar cada uno de los objetivos propuestos, solo delinea las directrices que deben guiar las acciones de los diferentes sectores involucrados (sociedad, academia, gobierno y empresas) con miras en cumplir las metas propuestas. (*Véase Anexo 13*)

Las empresas son un actor clave (no el único), para lograr la transición hacia el desarrollo sustentable, debido a su huella e impacto ambiental, así como su contribución con la consecución del desarrollo económico y social en el mundo. Así, mediante el objetivo 12 de la Agenda 2030, se reconoce a la industria como un actor importante en aras de lograr una verdadera transformación social, económica y ambiental, que permita alcanzar el fin último del desarrollo sustentable, el bienestar presente y futuro.

La Agenda 2030 es una agenda transformadora, que pone la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente. Es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en desarrollo, en el marco de una alianza mundial reforzada, que toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos naturales extremos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático. (ONU, 2015)

El objetivo 12 de la Agenda 2030 busca: *“Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”*, lo cual implica *“...fomentar el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética, infraestructuras sostenibles y facilitar el acceso a los servicios básicos, empleos ecológicos y decentes, y una mejor calidad de vida para todos”*. (ONU, 2015) En esta búsqueda de una mejor administración de los recursos, los consumidores y en general, todos los involucrados en la cadena de suministro, tienen un papel importante como actores capaces de incidir en las prácticas y promover un cambio hacia una verdadera producción ambientalmente responsable.

La necesidad de transformar los procesos industriales es imperante, sin embargo, surge la cuestión ¿cómo transformar las modalidades de producción y consumo que han sido heredadas de los procesos productivos originados con el estallido de la Revolución industrial a mediados del siglo XVIII, y con las progresivas mejoras en la producción en cadena del siglo XIX y XX?

La transformación en los procesos productivos para adoptar un enfoque ambientalmente responsable, requiere la valorización de los recursos naturales desde una visión no instrumental, donde el valor no sea determinado únicamente por el uso que se puede hacer de esos recursos, se debe ir más allá, procurando dar un valor a los recursos de acuerdo a los servicios ecosistémicos que brindan, de acuerdo a su valor cultural, recreativo, su valor intrínseco.

Desde el enfoque de la economía neoclásica, los recursos naturales son importantes ya que su disponibilidad es fuente de riqueza, sin que ello amerite un enfoque especial respecto a su agotamiento. A este respecto, Gallaud y Laperche (2016) expresan:

La economía clásica enfatiza la disponibilidad de recursos (a menudo ilimitados y gratuitos) y la necesidad de aumentar su valor para acumular riqueza a través del trabajo (la teoría del valor laboral) y la industria humana, lo que fortalecerá el control del capitalismo (y, para Karl Marx, de ciertos grupos sociales) sobre la naturaleza. [...] las dudas mostradas por Ricardo y Malthus con respecto a la disponibilidad de recursos tienen que ver principalmente con el crecimiento demográfico, que hace que los recursos naturales sean insuficientes, más que con los riesgos de agotamiento relacionados con su explotación por parte de la industria. Jean-Baptiste Say (quien, a diferencia de los primeros economistas clásicos, suscritos a la teoría del valor de la utilidad) evocó, por ejemplo, "tipos de almacenes" donde la naturaleza ha preparado y almacenado riqueza, a los que la industria y el capital de sus propietarios obtienen acceso por ponerlo al alcance de los consumidores. (P. 20)

Siguiendo las nociones propuestas por Adam Smith de la autorregulación del mercado y la noción de recursos abundantes e ilimitados, economistas como Walras serían también partidarios de esa visión, sin embargo, otros economistas pondrían énfasis en el riesgo de agotamiento de recursos.

W. S. Jevons y A. Cournot, por otro lado, detectaron los peligros del agotamiento de los recursos y de los comportamientos depredadores que corren el riesgo de dañar la biodiversidad. En la década de 1920, A. C. Pigou desarrolló la teoría de la economía del bienestar, que cuestionó el poder indiscutible del mercado al enfatizar la existencia de externalidades (tanto positivas como negativas) y al estudiar los impactos económicos (en lugar de los ambientales) de estas externalidades. La existencia de externalidades significa que una inversión de un determinado agente económico puede tener implicaciones positivas o negativas (en caso de contaminación) en otros agentes, incluso si no han participado en la inversión. Los impuestos y subsidios se utilizan para resolver este problema (el principio de quien contamina paga, en el caso de la contaminación). Sin embargo, esta creencia no fue compartida por R. Coase, quien en su libro de 1960 *'El problema del costo social'* argumentó que gravar a los contaminadores reduciría la producción y el bienestar social. En cambio, favoreció el establecimiento de los derechos de propiedad sobre los recursos, que podrían negociarse en un mercado. Esto permitiría a cada agente seguir su estrategia de maximización de ganancias mientras controla la gestión de recursos a través de mecanismos de mercado. (Gallaud y Laperche, 2016, PP. 20-21)

Si bien, la economía y la ecología se desarrollaron como disciplinas separadas, también han surgido diversos esfuerzos por conjuntar ambas disciplinas, tal es el caso de la Economía Ambiental, la Economía Ecológica y enmarcado dentro de esta última, la Economía circular.

Samuelson (2004, citado por Rivera, 2015) definió la economía como el estudio de la manera en que las sociedades utilizan los recursos escasos para producir mercancías valiosas y distribuirlas entre los diferentes individuos.

Una de las ramas de la economía, es la economía ambiental, la cual se remonta a la década de 1960 e involucra la aplicación de los principios económicos al estudio de la gestión de los recursos ambientales (Field, 1996, citado por Rivera, 2015). Su campo de acción abarca el estudio del flujo de residuos que genera el sistema producción y consumo, y sus consecuentes impactos en la naturaleza, así, la economía ambiental estudia dos cuestiones centrales: a) el problema de las externalidades y b) la asignación intergeneracional óptima de los recursos agotables (Aguilera y Alcántara, 2011, P. 11)

Las externalidades deben ser entendidas como fallas del mercado que ocurren cuando una acción de un productor o consumidor causa que los costos o beneficios se acumulen en individuos o grupos que no sean la persona que realiza la transacción, es decir, impactan en grupos o individuos no involucrados directamente. Las externalidades pueden ser negativas, como la contaminación del aire, contaminación del agua, etcétera, o pueden ser positivas, como la preservación de la diversidad biológica o genética (Aguayo & Gallagher, 2005, P. 13).

En cuanto a la asignación intergeneracional óptima de los recursos agotables, se trata de obtener los precios óptimos que indiquen la senda óptima a seguir hasta que se extraiga la última unidad del recurso en cuestión, tal valoración implica escenarios futuros. De acuerdo con Hotelling (Citado por Aguayo & Gallagher, 2005, P. 13), tal asignación debe guiarse por dos supuestos: a) tener en cuenta que cada unidad sólo se puede extraer una vez, por lo que se debe decidir antes qué es más rentable, si hacerlo hoy o retrasar la extracción; y, b) la maximización de la renta de escasez (que se obtiene restando el coste marginal de extracción del precio de mercado) se obtiene siempre que ésta crezca al mismo ritmo que el tipo de interés. Dicho de otra manera, que el valor actual descontado de la renta de escasez sea el mismo en cada período, pues de lo contrario existirían incentivos para desplazar la extracción de un período a otro.

La economía ambiental proporciona la información necesaria para la toma de decisiones correspondiente al campo de la política ambiental y ofrece información relevante en tres campos:

- Identifica las causas económicas de un problema ambiental.
- Evalúa los costos que supone la pérdida de recursos naturales o ambientales.
- Analiza económicamente las medidas que podrían tomarse para revertir el proceso de degradación ambiental.

Por lo tanto, la economía ambiental analiza las problemáticas ambientales con herramientas económicas, reconoce las fallas del mercado, pero no cuestiona los fundamentos de la economía de mercado, sino que busca corregir las externalidades ambientales negativas al asignarles un valor económico, además, busca optimizar la explotación de los recursos naturales para alcanzar lo que Svartzman (2015) llama un estado de “contaminación óptima”. Los principales retos a los que se enfrenta la economía ambiental son: la valoración monetaria de los beneficios y los costos ambientales. Esto se debe, a la previsión prospectiva donde no se conocen a los agentes económicos futuros, sus preferencias, ni sus necesidades.

La economía ecológica por su parte, ha sido impulsada fuertemente desde 1980. Abarca un campo transdisciplinario que estudia la relación entre los ecosistemas naturales y el sistema económico, considera que la economía es parte de un sistema mayor, la biosfera cuyos recursos naturales y capacidad para asimilar desechos son limitados. Así, la economía ecológica cuestiona tanto el objetivo como la viabilidad del crecimiento económico ilimitado. (Svartzman, 2015)

Las nociones biofísicas fundamentales sobre las que se articula la economía ecológica son tres:

- **Primera Ley de la Termodinámica:** la materia y la energía no se crean ni se destruyen, sólo se transforma. Por ello, la generación de residuos es algo inherente a los procesos de producción y consumo.
- **Ley de la Entropía o Segunda Ley de la Termodinámica:** La materia y la energía se degradan continua e irrevocablemente desde una forma disponible a una forma no disponible, o de una forma ordenada a una forma desordenada, independientemente de que las usemos o no. Desde el punto de vista de la termodinámica, lo que confiere valor económico a la materia y energía es su disponibilidad para ser utilizada, valor del que carecen la energía y materia no disponible o ya utilizada.
- La tercera noción presenta una doble vertiente. Primero, **la imposibilidad de generar más residuos de los que puede tolerar la capacidad de asimilación de los ecosistemas.** Segundo, advierte de la **imposibilidad de extraer de los sistemas biológicos más de lo que se puede considerar como su rendimiento renovable.** Lo anterior exige un conocimiento profundo de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales, para poder establecer límites físicos y conceptuales, a los que debe ajustarse la actividad humana (Aguilera y Alcántara, 2010, P. 19)

La economía circular se ubica dentro de la economía ecológica, puesto que su construcción conceptual incorpora aspectos de la dimensión social y la resiliencia de los ecosistemas, reconociendo los límites de la naturaleza para proveer recursos y absorber residuos. La economía circular se postula como una filosofía de producción económica e industrial, que recupera la importancia de los ciclos biológicos y técnicos.

3.1. Fundamentos de la economía circular.

En 1990, Pearce y Turner propusieron un flujo económico cerrado bajo el nombre de economía circular (Prieto-Sandoval; *et al.*, 2017, P. 89), sin embargo, la Fundación Elle MacArthur (EMF por sus siglas en inglés), principal difusor de este concepto en el mundo, difiere de tal aseveración, y establece que el término no puede ser atribuido a un autor o a una fecha específica, ya que se trata de un concepto que ha sido construido por un grupo de académicos, líderes de pensamiento y empresarios, con especial ahínco desde la década de los años setenta.

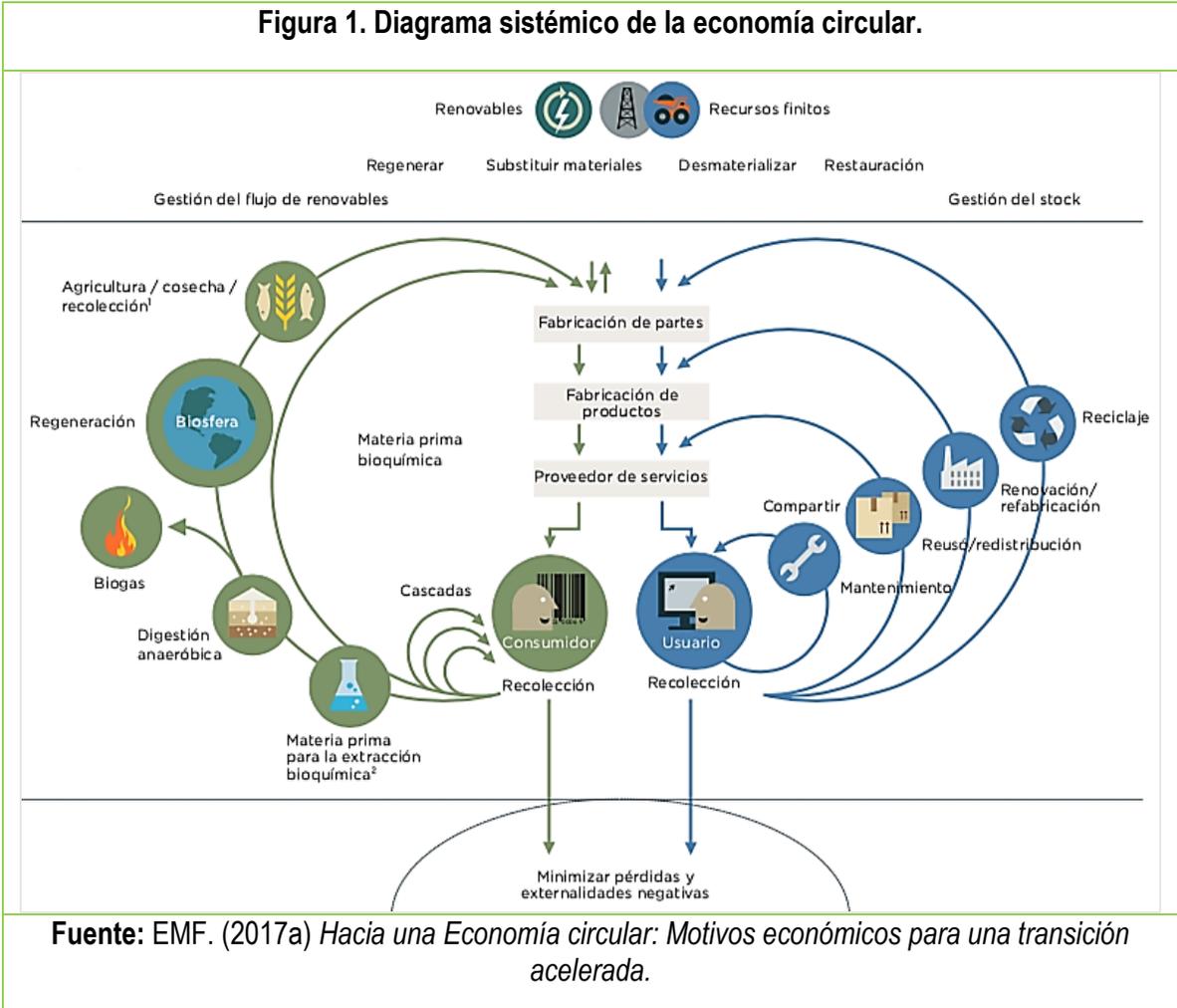
La construcción conceptual y los principios sobre los que se sostiene la Economía circular hoy en día, han sido también resultado de las preocupaciones sociales por problemas como la contaminación y el agotamiento de los recursos. A partir de la década de 1960 y 1970, los diversos movimientos sociales favorecieron el surgimiento de buenas prácticas ambientales, con el objetivo de reducir los impactos causados por las actividades humanas al medio ambiente, en el campo académico, científico y social se introdujeron conceptos como: prevención de la contaminación, reciclaje, minimización de residuos, producción más limpia o ecoeficiencia. (Silveria, 2016, P. 87)

La economía circular aparece en la literatura principalmente a través de las tres acciones fundamentales conocidas como los principios de las 3R: Reducir, Reutilizar, Reciclar (Ghisellini et al., 2016, citado por Cerdá y Khalilova, 2016, P. 16)

- La reducción, propone minimizar el uso de energía, de materias primas y de residuos, minimización alcanzable a través de la eficiencia en la producción y en el consumo.
- La reutilización enfatiza el aprovechamiento de productos o componentes ya existentes, representando ahorros en términos de energía, recursos y trabajo.
- El reciclado se refiere a cualquier proceso de valorización de los materiales residuales, para que puedan ser transformados en nuevos productos, materiales, componentes o sustancias.

Si bien, las 3 Rs son un componente importante de la economía circular, no son los únicos conceptos que la caracterizan. La economía circular busca que los productos, componentes y recursos mantengan su utilidad y valor en todo momento, como parte de un ciclo continuo de desarrollo positivo, en virtud de la conservación y mejora del capital natural, optimizando el uso de los recursos y minimizando los riesgos del sistema al gestionar una cantidad finita de existencias y unos flujos renovables (EMF, 2017a). La premisa principal, es que todo producto o servicio que no esté pensado para mantenerse circulando en un ciclo constante o no pueda ser reingresado a la naturaleza de forma no dañina, no debe producirse.

La economía circular como modelo de producción ecológico, recupera la importancia de los ciclos biológicos naturales para poder ser aplicados a las actividades de producción, uso de energía y de recursos (Figura 1).



La economía circular es reconstituyente y regenerativa por diseño, ya que busca transformar los modelos de producción lineales (extracción-producción-consumo-desecho) por modelos cíclicos donde, siempre se mantenga a los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos (EMF, 2017a)

De acuerdo con la EMF (2018a), las principales escuelas de pensamiento de la economía circular son:

1. Diseño regenerativo. Pensar en los residuos como nutrientes.
2. Economía del rendimiento. Persigue la extensión de la vida del producto, los bienes de larga duración, las actividades de reacondicionamiento y la prevención de residuos.
3. De la cuna a la cuna (*Cradle to cradle*). Considera que todos los elementos empleados en los procesos industriales y comerciales como nutrientes (ya sean técnicos o biológicos). Para este diseño, no existen residuos, por lo que todos los productos deben ser diseñados para ser seguros para el medio ambiente y la salud humana, y así ser reutilizados infinitamente.
4. Ecología industrial. Estudia los flujos de materiales y de la energía a través de los sistemas industriales, por lo que las operaciones se dan en circuitos cerrados donde los residuos son materias primas para otras industrias.
5. Biomímesis. Es definida como una disciplina que se inspira en la naturaleza para resolver problemas ambientales y humanos.
6. Economía azul. Propone un uso racional de los recursos naturales sin que supere el ritmo a que estos se regeneran.
7. Capitalismo natural. El capitalismo natural reconoce la interdependencia entre la producción, el capital humano y el capital natural, por lo que señala que se debe aumentar la productividad del capital natural, se debe invertir en el capital natural (restaurar y regenerar) y se deben integrar los servicios como parte del modelo de negocios. (Véase Anexo 14)

La economía circular se guía de tres principios: *a)* preservar y mejorar el capital natural, es decir, cuando se necesitan recursos, el sistema circular los selecciona sabiamente y elige tecnologías y procesos que utilizan recursos renovables o del más alto rendimiento, además de que se fomenta el flujo de nutrientes para la regeneración del suelo y el aumento del capital natural; *b)* optimizar el uso y rendimiento de los recursos, basado en el diseño para la reelaboración, renovación y reciclaje, manteniendo en circulación los materiales y componentes; y *c)* fomentar la eficiencia del sistema revelando y eliminando externalidades negativas. (Cerdá & Khalilova, 2016, P. 12)

El objetivo 12 busca que, en términos de consumo y producción, se hagan más y mejores cosas con menos recursos, el cual es precisamente uno de los principales principios de la economía circular (preservación, rendimiento y eficiencia). Lo cual solo es posible lograr si, los materiales se mantienen circulando continuamente en los ciclos productivos durante la duración completa de su ciclo de vida. Para lograr tan ambiciosas aspiraciones se requieren la participación clave de las empresas, los consumidores, los encargados de la formulación de políticas, los investigadores, los científicos, los minoristas, los medios de comunicación y los organismos de cooperación para el desarrollo. Todo lo cual requiere un enfoque sistémico para lograr la creación de cadenas de suministro sustentables, donde el factor común sea la sensibilización y la educación sobre el consumo y los modos de vida sostenibles.

En una fase de mayor innovación e inversión, la economía circular es implementada mediante el diseño inteligente que vislumbra cada una de las etapas del ciclo del producto, y a partir de ello, desarrollar productos que al alcanzar determinadas etapas de su ciclo de vida, puedan ser reparados, mejorados, actualizados, o descompuestos y que se pueda recuperar el máximo porcentaje de componentes mediante procesos ágiles de descomposición, desmontaje y separación, y que en caso de ser reinsertados al medio ambiente lo hagan de forma no dañina ni tóxica.

Esta segunda etapa requiere del desarrollo de capital técnico, científico, así como innovación en ciencia y tecnología, todo lo cual requiere una considerable inversión, sin mencionar que, debido a que la empresa ya ha determinado el valor de los componentes que recuperará, buscará lograr las mayores tasas de recuperación, convirtiéndose también en una inversión en procesos de logística inversa. Esta fase es más compleja en productos cuya composición no es homogénea e incluye distintos compuestos químicos y físicos, como el caso de los aparatos electrónicos, los compuestos químicos, los automóviles, entre otros.

3.2. Áreas de aplicación de la economía circular y sus beneficios potenciales.

La actividad económica de una economía circular contribuye para la salud general del sistema. El concepto reconoce lo importante que es el funcionamiento de la economía en cualquier nivel: grandes y pequeños negocios, organizaciones e individuos, globalmente y localmente. (EMF, 2017a).

Hablar de economía circular no remite únicamente al manejo de los residuos, propone un proceso más ambicioso, donde la principal base de acción es la producción inicial, por lo que el diseño mismo de los productos, debe estar pensado en cada una de las etapas del ciclo de vida del producto, para determinar el proceso de reaprovechamiento de los componentes de esos productos y ser reinsertados en el proceso productivo de la forma más óptima y menos nociva posible. Todo lo anterior, se adecua a las metas 12.2 y 12.4 del Objetivo 12 de los ODS:

12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

12.4 De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.

Son ilimitadas las áreas donde la economía circular puede aplicarse, ya que se sustituye el concepto de “fin de vida” por la restauración, se desplaza hacia el uso de energías renovables, se elimina el uso de productos químicos tóxicos, y se apunta a la eliminación de residuos a través de un diseño superior de materiales, productos y sistemas, y en ellos, de los modelos de negocio, para con ello lograr la conservación del capital natural, la optimización del uso de recursos renovables y la minimización de los no renovables y de los riesgos del sistema. (Sato, 2017).

3.2.1. Agua.

Aunque el agua por sí misma es un recurso con su propio proceso cíclico, la creciente urbanización de las sociedades modernas, la contaminación hídrica, la sobreexplotación de los recursos hídricos disponibles y la inadecuada gestión, la están convirtiendo rápidamente en uno de los recursos con mayor escasez. De acuerdo con la ONU, el agua en el siglo XXI representa una serie de desafíos:

La demanda mundial de agua se espera que siga aumentando a un ritmo parecido hasta 2050, lo que representa un incremento del 20 al 30% por encima del nivel actual de uso del agua, debido principalmente al aumento de la demanda en los sectores industrial y doméstico. Más de 2.000 millones de personas viven en países que sufren una fuerte escasez de agua, y aproximadamente 4.000 millones de personas padecen una grave escasez de agua durante al menos un mes al año. Los niveles de escasez seguirán aumentando a medida que crezca la demanda de agua y se intensifiquen los efectos del cambio climático. (ONU, 2019)

El principal problema con el uso del agua, es su inadecuado aprovechamiento. El consumo tradicional del agua, la convierte en agua de un solo uso, luego de lo cual, se ingresa directamente a los sistemas de drenaje donde se mezcla con aguas residuales industriales y domésticas, cuyo destino puede ser una planta de tratamiento o directamente el mar, el océano, o alguna cuenca hídrica.

Dentro de la Agenda 2030, el objetivo 5 persigue: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Realizar la adecuada gestión del agua, desde la perspectiva de la economía circular, requiere identificar los circuitos donde circula el agua en diversos niveles, y a partir de ello, determinar el proceso más óptimo para su tratamiento y/o aprovechamiento. El objetivo es replicar el ciclo hidrológico natural, procurando que sea eficiente y sostenible, utilizando el agua una y otra vez. En el Cuadro 9 se muestra las diferencias entre los tipos de aguas residuales que se generan.

Cuadro 9. Diferencias entre aguas residuales domésticas e industriales	
AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O URBANAS	AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES
<p>Denominadas <i>aguas negras</i>, provienen de inodoros, y transportan material orgánico, sólidos, nitrógeno y desechos fecales.</p> <p>Las aguas generadas por actividades cotidianas de limpieza, son denominadas aguas grises o jabonosas. Las aguas domésticas circulan a través de las redes de drenaje para ser tratadas posteriormente en plantas de tratamiento.</p> <p>Las aguas residuales que son tratadas, pueden ser aprovechadas en actividades de riego, y si se logran niveles de pureza y potabilidad óptimos, ser reinsertados en los cauces de distribución hídrica.</p>	<p>Son resultado de actividades industriales por lo cual, pueden contener sustancias químicas, metales, desechos orgánicos, etcétera.</p> <p>Este tipo de aguas residuales requieren tratamiento previo a su desagüe, para evitar problemas de contaminación hídrica, afectaciones a la salud debido a químicos, toxinas, metales y otros. Sin embargo, al ser un proceso costoso, difícilmente se realiza y generalmente se vierten en cauces como ríos, riachuelos, lagos, etcétera.</p>
<p>Fuente: Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (s/a). <i>Tipos de tratamiento de aguas residuales.</i></p>	

Las aguas residuales domésticas e industriales requieren un proceso de tratamiento para poder ser reaprovechadas. Iniciando con la eliminación de sólidos mediante procesos de sedimentación, flotación y neutralización, para luego pasar a un tratamiento de degradación de materia orgánica mediante procesos aeróbicos, anaeróbicos y de lodos activados, y finalmente ser purificada el agua en procesos físicos y químicos de esterilización, desinfección, e ionización. ([Véase Anexo 15](#))

El tratamiento de agua se vuelve aún más complejo y costoso para las aguas residuales de tipo industrial. Para el año 2015, la ONU calculaba que la actividad industrial utilizaba aproximadamente el 20% del agua extraída a nivel mundial, en el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019, se estima que la demanda de agua de la industria se ha incrementado hasta el 30%, incluyendo procesos de generación de energía eléctrica y nuclear. La industria es también uno de los mayores contaminadores del agua.

La situación es especialmente alarmante en los países en vías de desarrollo, ya que el 70% de los residuos industriales se vierten a las aguas sin tratamiento alguno, tal como señala la ONU (2015):

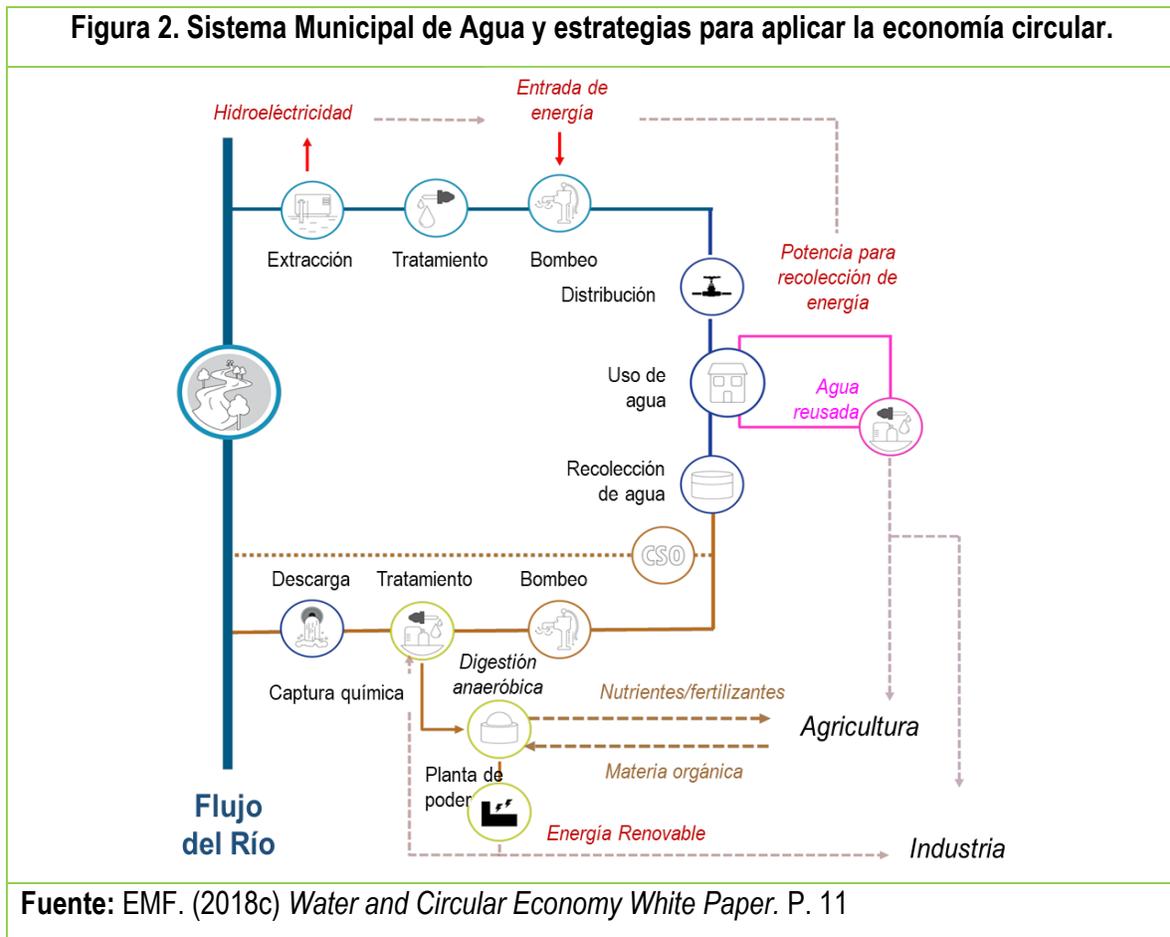
[...] anualmente vierte entre 300 y 500 millones de toneladas de metales pesados, disolventes, lodos tóxicos y otros residuos. Estos contaminantes convierten el agua en no potable al tiempo que contaminan y matan los peces, que suponen una importante fuente de proteínas para gran parte de la población, en especial los más pobres. También existe el peligro de que el agua contaminada se transfiera a la cadena trófica mediante su uso en agricultura o por captación directa de las plantas o la vida animal.

Cambiar el enfoque tradicional del uso del agua, hacia una perspectiva circular, requiere entender que las aguas residuales constituyen una fuente alternativa de obtención de agua dulce, y se puede contemplar su uso como fuente posible de materias primas y energía. En cuanto a los lodos residuales resultantes del tratamiento de agua, es necesario entenderlos como biomasa aprovechable como fuente de energía, es por ello que en diversas partes del mundo se promueven estrategias y marcos regulatorios para un mejor aprovechamiento del uso del agua y los lodos residuales.

Para transitar hacia la economía circular, las empresas deben adquirir liderazgo para favorecer la transformación de los procesos hacia procesos sustentables y sostenibles, incluyendo evidentemente una mejor y más óptima gestión de los recursos hídricos. El principal problema de las aguas residuales industriales es que no son tratadas y usualmente son desaguadas directamente en ríos, lagos, e inclusive el océano, la razón de ello, son los costos. De acuerdo con la información obtenida de la página electrónica de la empresa estadounidense SAMCO, el costo de una planta de tratamiento puede ser de 50,000 dólares hasta 10 millones de dólares, dependiendo de la capacidad de agua que se quiera tratar y el tipo de procesos. (SAMCO, 2018).

En países como Suiza se han promulgado leyes que exigen la recuperación obligatoria del fósforo, que es un recurso mineral limitado. Se estima que el 22% de la demanda mundial de fósforo se podría satisfacer tratando la orina y las heces fecales humanas. En la región asiática, el gobierno nipón se ha establecido el objetivo de recuperar, de aquí a 2020, el 30% de la bioenergía de las aguas residuales. La ciudad de Osaka produce anualmente 6.500 toneladas de combustibles a partir de los biosólidos resultantes del tratamiento de 43.000 toneladas de lodos del alcantarillado. (ONU, 2015)

En la Figura 2, se muestra un esquema para identificar las estrategias circulares aplicables a la gestión del agua.



De acuerdo con Martin Stuchtey (2015), para una adecuada gestión del agua apegada a los principios de la economía circular es necesario tener en mente tres perspectivas sobre el uso y gestión del agua:

Agua como producto. Se deben seguir las mismas reglas de diseño aplicables a cualquier otro producto circular, esto es, cero descargas y máxima reutilización de los recursos hídricos. El agua como un consumible, requiere mantenerse lo más pura posible, evitando mezclarse con hormonas estrogénicas, tinta tóxica (papel de baño y textiles), así los recursos extraíbles tendrán una mayor rentabilidad, algunos ejemplos de ello serían: la extracción de hidróxido de potasio usado para neutralizar el ácido fluorhídrico en unidades de alquilación, disminuyendo los costos de esta sustancia hasta en 75%; extracción del amoníaco eliminado del agua puede usarse en la producción de fertilizante de sulfato de amonio. (Stuchtey, 2015, P. 3)

Agua como recurso. El agua es un recurso que se mantiene en un ciclo constante, siguiendo los principios de la termodinámica, así, el agua se puede extraer o consumir siempre que el volumen tomado no exceda las tasas de reposición natural necesarias para mantener el ecosistema intacto. Invertir en estrategias que promuevan la vitalidad de una cuenca también es circular, incluidas aquellas que involucran un mejor manejo forestal (protección, reforestación y programas de reducción de combustible forestal que ayudan a controlar o eliminar incendios forestales), prácticas agrícolas mejoradas y restauración de humedales.

Agua como sistema de infraestructura. Las redes mundiales de agua y plantas de tratamiento, tienen un valor aproximado de 140 mil millones de dólares, y consumen entre el 10 y el 15% de la producción nacional de energía. Siguiendo los principios de una economía circular, se deben maximizar los beneficios sobre estos activos desplegados, esto puede incluir estrategias en distintos niveles, fijación de tarifas para promover la conservación del agua, servicios públicos que faciliten la eficiencia en el uso del agua, uso de los recursos disponibles en el tratamiento de aguas para autoabastecimiento energético, como sucede con el biogás producido por la digestión anaeróbica de los lodos residuales (Stuchtey, 2015).

En la actualidad, el reto que representa el adecuado uso, manejo y tratamiento de los recursos hídricos en el mundo, está siendo afrontado por los diferentes sectores. Ligado a las empresas, la Asociación Internacional del Agua (International Water Association o IWA por sus siglas en inglés), desarrolló el enfoque 5Rs para la gestión del agua: reducir, reutilizar, reciclar, restaurar y recuperar. El Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development o WBCSD, por sus siglas en inglés), cuenta con una Guía para el manejo circular del agua (2017), donde además de retomar las 5Rs propuestas por IWA, ofrece una serie de ejemplos prácticos sobre empresas que ya están implementado este enfoque circular en el uso y gestión de los recursos hídricos en sus procesos, procurando la sostenibilidad.

El WBCSD cuenta también con una Guía empresarial para la valorización del agua, en la cual se determinan precios, costos y valores asociados con seis dependencias e impactos relacionados con el agua. En la actualidad, la metodología es compleja y debe hacerse más práctica, mientras tanto, las herramientas para calcular el costo del agua se pueden utilizar para evaluar las oportunidades de reducir, reutilizar y reciclar el agua.

Sobre la valorización del agua, la Guía del WBCSD, señala:

Determinar el "valor" del agua va más allá de determinar el costo real del agua. El concepto de valor analiza las externalidades para comprender y gestionar los impactos y las dependencias de los recursos naturales, y la forma en que estos impactos y dependencias interactúan con las sociedades y las economías. La valoración del agua evalúa el valor del agua para diferentes partes interesadas en circunstancias específicas. (WBCSD, 2017, P. 31)

Sobre el consumo del agua a nivel global, se estima que el consumo de agua por la industria alimentaria va del 70 al 80% del agua dulce disponible en el mundo (ONU, IWA, FAO), esto lo hace un sector prioritario para promover el ahorro y adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos. En el Cuadro 10 se incluyen algunas técnicas de ahorro de agua en la industria alimentaria.

Cuadro 10. Técnicas de ahorro de agua en la industria alimentaria	
TÉCNICA DE AHORRO DE AGUA	CARACTERÍSTICAS
Riego por goteo	Se entrega agua directamente a las raíces de una planta, reduciendo la evaporación que ocurre con los sistemas de riego por aspersión. El riego se puede programar durante los tiempos más fríos del día, reduciendo aún más la pérdida de agua.
Capturando y almacenando agua	Mediante la construcción de estanques propios para capturar y almacenar la lluvia para su uso durante todo el año. Los estanques adecuadamente administrados también pueden crear hábitat para la vida silvestre local.
Riego programado	Para evitar el riego excesivo o insuficiente de sus cultivos, los agricultores vigilan cuidadosamente el pronóstico del tiempo, así como la humedad del suelo y de las plantas, y adaptan su programa de riego a las condiciones actuales. Algunos optan por riego nocturno para reducir la evaporación.
Cultivos endémicos (tolerante a la sequía)	Si las condiciones de humedad de determinada zona, llevan a los agricultores a optar por productos de bajo consumo de agua como: aceitunas, pepinos armenios, frijoles tepary y orach.
Agricultura en seco	En este sistema se depende de la humedad del suelo para producir sus cultivos durante la estación seca. Las prácticas especiales de labranza y la atención cuidadosa a los microclimas son esenciales. La agricultura en seco tiende a mejorar los sabores, pero produce rendimientos más bajos que los cultivos de regadío.
Pasto rotativo	Mediante el paso rotativo del ganado entre los campos se favorece el crecimiento de los pastos. Un buen manejo del pastoreo aumenta la absorción de agua de los campos y disminuye la escorrentía del agua, haciendo que los pastos sean más resistentes a la sequía. El aumento de la materia orgánica del suelo y una mejor cobertura de forraje también son beneficios de ahorro de agua del pastoreo rotativo.
Compost y mantilla	La fertilización del suelo mediante el uso de composta o materia orgánica descompuesta, mejora la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua. El mantillo es un material extendido sobre la tierra para conservar la humedad. El mantillo hecho de materiales orgánicos como paja o astillas de madera se descompondrá en composta, aumentando aún más la capacidad del suelo para retener agua.
Cultivos de cobertura	Son cultivos plantados para proteger el suelo que de otro modo quedaría desnudo, los cultivos de cobertura reducen las malezas, aumentan la fertilidad del suelo y la materia orgánica y ayudan a prevenir la erosión y la compactación. Esto permite la mejora de la capacidad de retención de agua.

Labranza de conservación	En esta técnica se utilizan arados especializados u otros implementos que parcialmente labran el suelo, dejando al menos el 30% de los residuos de cultivos vegetativos en la superficie. Con la labranza se aumenta la absorción de agua, se reduce la evaporación, la erosión y la compactación.
Elaboración propia a partir de información de la página del Centro para la Educación Urbana sobre Sostenibilidad, CUESA, 2020.	

Entendiendo el potencial económico que representa el tratamiento del agua, así como el aprovechamiento de todos los residuos restante de tal proceso, diversas empresas dedicadas al tratamiento de aguas obtienen ingresos millonarios cada año, tal como se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Empresas en el sector hídrico y sus ingresos.		
COMPAÑÍA (SEDE)	ACTIVIDAD	INGRESOS 2009 (MILLONES DE USD)
Veolia Environnement (Francia)	Manejo de agua, de residuos, energía y servicios de transporte	\$49,519.00
Suez Environnement (Francia)	Manejo y tratamiento de agua, manejo de residuos	\$17,623.00
ITT Corporation (Estados Unidos)	Manejo y tratamiento de agua, bombeo y equipo para agua en tratamiento	\$10,900.00
United Utilities (Reino Unido)	Manejo de agua potable y aguas residuales	\$3,894.00
Severn Trent (Reino Unido)	Manejo de agua potable y aguas residuales	\$2,547.00
Thames Water (Reino Unido)	Manejo y tratamiento de agua	\$2,400.00
American Water Works Company (Estados Unidos)	Manejo de agua y tratamiento de aguas negras	\$2,441.00
GE Water (Estados Unidos)	Manejo de agua y tratamiento de aguas negras	\$2,500.00
Kurita Water Industries (Japón)	Agua/tratamiento de aguas/remediación de suelos y mantos freáticos	\$1,926.00
Nalco Company (Estados Unidos)	Tratamiento de aguas (ingresos solo por actividades relacionadas con el agua)	\$1,628.00
Fuente: Polaris Institute. (2010) <i>Global Water Intelligence</i> .		

Los beneficios económicos por un buen aprovechamiento del agua, no se limitan a las empresas que se dedican al tratamiento del agua y el aprovechamiento de los residuos resultantes. Considerando las proyecciones de estrés hídrico que se esperan durante las próximas décadas, y más alarmante aún, las ciudades que en la actualidad ya viven en esas condiciones, los ahorros potenciales más que ser cuantificables en cifras de utilidad e ingreso o ahorro en los recibos, pueden traducirse en el acceso a este vital líquido para las siguientes generaciones.

3.2.2. Manufactura.

Hablar de manufactura remite a todo proceso de transformación de materias primas en bienes de consumo, tal denominación puede incluir desde actividades artesanales hasta producción industrial computarizada, mecanizada o robotizada.

En cada momento de la vida se requieren bienes de consumo para la satisfacción de las necesidades humanas, bastaría enlistar todas las actividades que se realizan cotidianamente y los bienes que utilizados en la realización de las mismas para ejemplificar esto. Los principales problemas ambientales que derivan de los bienes de consumo no están asociados únicamente a que se desechan en el medio ambiente (el problema más visible), se vinculan al acelerado ritmo de explotación de materias primas, la energía que requiere en su transformación, el uso de los medios de transporte para su distribución y el tiempo de vida útil de los mismos, siendo que en muchos casos se diseñan para ser desechados inmediatamente y en otros casos, no se aprovecha su tiempo de vida útil.

Son especialmente preocupantes en la actualidad, la comercialización y consumo de productos que lejos de proponer alternativas ante la acelerada generación de residuos, lo incentivan mediante sus estrategias de comercialización. En oposición a las tendencias de productos con vida útil corta (*fast fashion*, desechables, productos con obsolescencia programada, etcétera), diversas empresas le están apostando a los denominados “productos verdes o ecológicos”, lo cuales, no suelen tener siempre un buen recibimiento y aceptación por parte de los consumidores. En palabras de Nadya Zhexembayeva (2014), los productos verdes son asociados por muchos consumidores a tres adjetivos específicos: feos, caros e ineficaces. (P. 140)

En países de bajo ingreso per cápita y principalmente aquellas poblaciones con ingreso per cápita menor a 1.99 USD al día (umbral de pobreza extrema), las tendencias de consumo apuntan hacia productos de bajo costo, lo cual implica también baja calidad y por ende tiempos de vida útil cortos. Sin embargo, esta situación no es exclusiva de los países en desarrollo, la calidad y el tipo de materiales con que los productos se elaboran en la actualidad, responden a la velocidad con que se desarrollan los avances tecnológicos y al interés de las grandes empresas de mantener sus productos presentes en el mercado. Este fenómeno provoca el desecho de millones de productos que no son reparados, reacondicionados ni actualizados debido a que no existe ese servicio, o los costos son más elevados, comparado con la sustitución de los mismos.

Esta situación se ha traducido también en productos con una imagen verde, en aras de adecuarse a las demandas de una porción del mercado de consumo que exige mayor sustentabilidad en los productos, sin embargo, en muchos de esos casos, no existe realmente el fundamento de la producción y/o el consumo responsable. Adicional, el incremento de los precios de los denominados productos verdes, lo sean en realidad o no, tienen que ser superiores, quedando fuera del alcance de consumidores con limitado poder adquisitivo.

El problema de las manufacturas es uno de los más complejos, debido a que involucra todo el proceso de la cadena de valor: desde la extracción, producción, la cadena de suministro y la cadena de consumo, hasta su destino final. ¿Cómo dar entonces solución a una problemática de tal complejidad? Lo cierto es, que no hay una respuesta definitiva que ayude a la solución de este problema, ya que se pueden identificar soluciones a lo largo de todas las cadenas involucradas y con diversas estrategias.

Pensando desde un enfoque de economía circular, y teniendo en consideración todas las corrientes de pensamientos que convergen en este modelo de producción, es necesario identificar las mejores opciones posibles para dar soluciones a lo largo de las cadenas mencionadas y de forma ininterrumpida. En palabras de Nadya Zhexembayeva (2014):

[...] no se trata de limitarse a hacer productos verdes o de reciclar los residuos, sino de integrar la sostenibilidad en el corazón del negocio y en la mente de toda empresa, empezando, desde luego, por los directivos. No solo los productos han de ser sostenibles, sino que la empresa y toda su estrategia lo ha de ser. Y no hay que centrarse en los costes que ello supone, porque ya no hay elección: el futuro o es ya sostenible o no será. (P. 8)

Entender las manufacturas desde una visión de economía circular requiere enfocar el consumo ya no en el producto, sino en el servicio, esto implica pensar el diseño de los mismos en todas sus fases, diseñar productos duraderos, que puedan ser reparados, acondicionados y todo lo necesario para alargar el ciclo de vida útil de los mismos, con el fin de mantenerlos funcionales durante el mayor tiempo posible, reduciendo los volúmenes de materia prima que se requieren para su elaboración, así como la energía necesaria.

Más allá de adoptar un enfoque 3r, es necesario pensar en la circularidad del proceso, lo que la Fundación Ellen MacArthur denomina el marco ReSOLVE. (EMF, 2017a, P. 21):

- **Regenerar (*Regenerate*):** Cambio a materiales y energías renovables, restablecer la salud de los ecosistemas, devolver los recursos biológicos recuperados a la biosfera.

- **Compartir (*Share*):** Compartir activos (Coches, habitaciones, aparatos, etc.), reutilizar/segunda mano, prolongar la vida útil con mantenimiento, diseño en favor de la durabilidad, actualización.
- **Optimizar (*Optimise*):** Incrementar el rendimiento / la eficiencia del producto, eliminar los residuos de la producción y de la cadena de suministros, utilizar los macrodatos (*big data*), la automatización, la detección y dirección remotas.
- **Bucle (*Loop*):** refabricar productos o componentes, reciclar materiales, digerir anaeróbicamente, extraer componentes bioquímicos de los residuos orgánicos.
- **Virtualizar (*Virtualise*):** Desmaterializar directamente (libros, CD, DVD, viajes, etc.), desmaterializar indirectamente (compras por internet).
- **Intercambiar (*Exchange*):** Sustituir materias viejas con materias avanzadas no renovables, aplicar nuevas tecnologías (Impresión en 3D), elegir servicios (remanufactura, alquiler, etc.)

El marco ReSOLVE ofrece a las empresas y gobiernos una herramienta para generar estrategias circulares e iniciativas de crecimiento. De distintas formas, estas acciones incrementan el uso de activos físicos, prolongan su vida y cambian el uso de los recursos de fuentes finitas a renovables. Cada acción refuerza y acelera el rendimiento de las demás. (EMF, 2017a)

En el mismo sentido, Lacy y Rutqvist (2015) plantean seis actividades que hacen posible que una empresa incremente el valor y aproveche de productos que en otro caso hubieran sido desechados:

Cuadro 12. Actividades para incrementar valor de las empresas y evitar desperdicios	
Fabricar para durar: Elaboración de productos de alta calidad, muy duraderos, dirigidos a clientes que están dispuestos a pagar un precio más alto por la calidad, y a clientes que acceden a productos más duraderos a través de modelos de pago alternativos, tales como el pago por servicio.	Acondicionamiento y/o renovación: Se trata de restaurar productos usados, dirigidos a clientes que son sensibles al precio, y que no tienen inconvenientes en comprar productos que no son nuevos y que a menudo tienen garantías y servicios complementarios similares a los nuevos. También incluye reelaboración de productos.
Mercados de segunda mano, trueque de mercancías o mecanismos de renta: transacciones por las cuales se da un artículo usado como parte de pago de otro artículo, o se puede aprovechar determinado producto (auto, casa, aparatos, etc.) que de otra forma se mantienen sin uso el 90% del tiempo.	Actualización: incorporar características nuevas, funcionalidad o actualizaciones de moda, en lugar de reemplazar el núcleo del producto. Dirigido a clientes más interesados en consumir contenido, funciones y estilo que en los propios productos.
Repuesto: se trata de reemplazar una función o componente del producto que se agota más rápidamente que el producto, desincentivando el reemplazo y consecuente desechos de productos ya existentes	Reparación: corregir y/o reparar alguna avería en los productos ya existentes, prolongando así su tiempo de vida útil.
Fuente: Cerdá, Emilio; Khalilova, Aygun. (2016) “Economía circular, estrategia y competitividad empresarial: Economía circular” en <i>Ei</i> . P. 16.	

Pese a que, en la actualidad, existen muchos mitos entorno al reciclaje y la recuperación de valor de los residuos que generan sus productos, y se cuestiona si realmente el reciclaje de determinado tipo de productos es realmente benéfico, como en el caso del papel, el PET y otros tipos de plástico, lo cierto es que, hasta que no exista una verdadera y concientizada transformación de las formas de consumo predominantes, ningún esfuerzo será lo suficientemente grande para frenar la inminente crisis ecológica que atraviesa el mundo hoy día.

La economía circular se basa en tres principios que parecen sencillos, sin embargo, alcanzarlos representa todo un reto, ya que requiere la transformación desde las bases de la organización industrial contemporánea:

Primero. 'Acabar con los residuos'. Los residuos no existen cuando los productos son diseñados y optimizados mediante un ciclo de desensamblado y reutilización, esto es, dejar de producir aquello que no está pensado circularmente. Estos ciclos optimizados de componentes y productos definen la economía circular y la diferencian de la mera gestión de residuos y reciclaje, donde grandes cantidades de energía contenida y mano de obra son pérdidas.

Segundo. Realizar una diferencia estricta entre los componentes consumibles y duraderos de un producto. Los componentes consumibles en la economía circular están hechos en gran parte de ingredientes biológicos o nutrientes que son al menos no tóxicos e incluso posiblemente beneficioso y que pueden retornar de manera segura a la biosfera - directamente o en una cascada de usos consecutivos. Los componentes duraderos tales como ordenadores o motores, por otra parte, están hechos de elementos técnicos, no apropiados para la biosfera, tales como metales y la mayoría de los plásticos. En este caso, los elementos se diseñan desde su inicio para la reutilización y los productos sujetos a rápidos avances tecnológicos están diseñados para ser actualizados.

Tercero. La energía requerida para este ciclo debería ser renovable por naturaleza, de nuevo para disminuir la dependencia a los recursos y aumentar la capacidad de recuperación del sistema (por ejemplo, frente a una crisis del petróleo). Para los elementos técnicos, la economía circular fundamentalmente reemplaza el concepto de consumidor por el de usuario. Esto requiere un nuevo tipo de contrato entre las empresas y sus clientes, basado en el rendimiento del producto.

A diferencia de la economía actual basada en 'comprar-y-consumir', los productos duraderos son arrendados, alquilados o compartidos siempre que sea posible. En caso de ser comprados, deberán estar diseñados para ser duraderos, reparables, remanufacturables y actualizables.

Hoy en día existen diversas estrategias e iniciativas innovadoras alrededor del mundo que están integrando la circularidad y sustentabilidad como pilares de crecimiento. Adicional, es importante reconocer que la propia tecnología permite en la actualidad encontrar soluciones cada vez más innovadoras y con menor impacto ambiental. A continuación, se enuncian algunas con fines ejemplificativos, en el [Anexo 16](#) se incluyen más ejemplos.

1. Impresión en 3D. Mediante plástico reciclado se crean filamentos para impresión con lo que se pueden construir herramientas, refacciones, diversos artículos para casa/oficina, incluso casas.
2. Elaboración de desechables con residuos orgánicos. Puede incluir desechables comestibles y desechables comportables, hechos a partir de residuos orgánicos.
3. Servicios de renta de electrodomésticos, herramientas, automóviles, utensilios, e incluso prendas de vestir de mezclilla y algodón, todo con el fin de aprovechar el 100% del ciclo de vida útil de los productos y no tenerlos detenidos el 90% del tiempo.

La meta 12.5 del Objetivo 12 de los ODS plantea: "De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización", los beneficios económicos son uno de los principales incentivos para este tipo de prácticas, tanto los consumidores como las empresas necesitan ser conscientes del valor que los residuos tienen para la economía y sobre todo los ahorros que eso puede significar en términos de recursos que pueden ser preservados y sin explotarse. Lacy y Rutqvist (2015) presentan en su investigación una estimación 4.5 billones de dólares en ganancias, por convertir los desechos en riqueza para el 2030. (P. xv)

3.2.3. Producción de alimentos.

La agricultura es una de las actividades que, para su consecución y perdurabilidad, requiere un enfoque cíclico permanente con el fin de mantener la tierra en óptimas condiciones para seguir cosechando alimentos. Pese a este principio fundamental, diversas prácticas contemporáneas favorecen la sobreexplotación de los suelos y de los recursos, la erosión de los suelos, y eventualmente el cambio en el uso de los mismos, generando afectaciones directamente sobre la biosfera al provocar el desplazamiento de especies endémicas o su extinción.

En cuanto a la ganadería, es una de las actividades que contribuye a la transformación en el uso de los suelos, provocando alto niveles de deforestación. De acuerdo con el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) titulado *La larga sombra del ganado* (2006), a la producción ganadera se destina el 70% de la superficie agrícola y el 30% de la superficie terrestre del planeta. Así mismo, la degradación provocada por el sobrepastoreo afecta a aproximadamente 20% de los pastos y praderas del mundo, sin olvidar la elevada huella de carbono e hídrica que la producción ganadera ocasiona.

El marco ReSOLVE, es tan funcional en la producción agrícola y la producción animal, como en cualquier otra industria, tal como se muestra en el Cuadro 13:

Cuadro 13. Aplicación del marco RESOLVE en la producción alimentaria.		
	PRODUCCIÓN VEGETAL	PRODUCCIÓN ANIMAL
Regenerar	Tratamiento de la tierra con composta y residuos orgánicos. Es necesario partir de lo esencial: la separación de los residuos orgánicos y de los residuos sintéticos. La mezcla de ambos tipos de residuos es potencialmente contaminante y peligroso para la salud, ya que emite gases tóxicos como el metano. Permitir el reposo de la tierra en procesos de agricultura no intensiva, contribuye a la regeneración de la tierra.	Los desechos orgánicos de los animales, pueden ser aprovechados como abono en las zonas de sembradío y pastoreo, para favorecer la regeneración de la tierra.
Compartir	Los alimentos agrícolas cosechados, no siempre son consumidos y terminan siendo desechados debido a la descomposición. Diversas iniciativas en el mundo apuestan por los bancos de alimentos con el fin de compartir productos ya existentes, que no han sido aprovechados. Esto es una importante contribución no solo para no desperdiciar la energía y agua que se utilizó en producirlos, sino que contribuye con el Objetivo 2 de la Agenda 2020 (Hambre Cero), ya que este tipo de iniciativas buscan favorecer a los sectores más desfavorecidos susceptibles a problemas como la desnutrición.	Los productos elaborados con animales, también pueden ser compartidos mediante programas y proyectos de bancos de alimentos, sin embargo, si no son adecuadamente preservados pueden estar expuestos a contaminación biológica y poner en riesgo la salud de las poblaciones receptoras de este tipo de donaciones, por ello se debe tener especial cuidado, ya que usualmente son productos que requieren condiciones específicas de temperatura e inocuidad.
Optimizar	La optimización de los recursos en la agricultura comienza con el adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos, ya sea mediante sistemas de riego óptimos (como el riego en cascada), el uso de aguas tratadas, así como aguas recolectadas de la lluvia o de la niebla. Todo tipo de residuo orgánico útil para la regeneración de la tierra mediante un sistema de compostaje y abono orgánico favorece el aprovechamiento de los recursos agrícolas, evitando en medida de los posible el uso de fertilizantes que erosiona y contamina la tierra. Aprovechamiento de los alimentos como productos saludables o convertirlos en fermentados. Uso de la biomasa vegetal como fuentes de energía alternativas.	La optimización en la producción animal implica el máximo aprovechamiento de recursos, desde la alimentación y crianza, hasta el aprovechamiento de las pieles, sus tejidos grasos y la carne, e inclusive el aprovechamiento de las osamentas. Algunas tendencias como Acuaponía (véase anexo 16), mediante circuitos circulares que conectan la producción agrícola con la producción piscícola, favorecen ambos procesos y disminuyen su huella ambiental, mediante la optimización de espacios y recursos.

Bucle	Mantener el ciclo de los recursos orgánicos garantizando su retorno a la naturaleza para aprovecharlos como nutrientes. El aprovechamiento de los recursos orgánicos en procesos de digestión anaeróbica también es una forma de contribuir a mantener la materia en un ciclo continuo, de aprovechamiento y optimización de recursos.	Mantener el ciclo de los recursos biológicos y orgánicos, garantizando su retorno a la naturaleza de forma no nociva ni perjudicial para seguir siendo parte de los respectivos ciclos naturales.
Virtualizar	Desmaterializar el consumo de plásticos con los alimentos mediante compras a granel, o con recipientes propios. Incentivando el consumo orgánico, local y justo. Comercialización vía internet para desperdicio de los productos vegetales.	Desmaterializar el consumo de plásticos con los alimentos, evitar el consumo de alimentos congelados, empaquetados en desechables y/o unicele, promover el consumo local y justo, con el uso de recipientes propios.
Intercambiar	Optar por el consumo de productos vegetales y animales locales, que no se producen en masa y cuya estructura tiende a ser verdaderamente orgánica y que contribuye al comercio justo. Distribución en medios de transporte cero emisiones. Participar en bancos de alimentos y en aplicaciones o plataformas donde se comparten alimentos.	Elegir nuevos servicios de abasto de alimentos. Distribución en medios de transporte cero emisiones. Participar en bancos de alimentos o aplicaciones de alimentos compartidos.
Elaboración propia a partir de Burgo, <i>et. al.</i> (2019). “La Economía circular una alternativa sostenible para el desarrollo de la agricultura”.		

Se estima que una tercera parte de todos los alimentos producidos en el mundo se desperdician cada año, cerca de 1.3 billones de toneladas. En términos económicos esas pérdidas se traducen en 1 trillón de dólares al año (PNUMA, 2020), y más preocupante aún, millones de personas carecen de alimentos, más 815 millones de personas estaban desnutridas en 2018 (FAO, 2018)). Considerando los recursos que se utilizan en la producción de alimentos, el tiempo de producción, las horas trabajadas, y las emisiones de CO₂ en caso de que entren en proceso de descomposición, pensar en un enfoque circular puede representar importantes ahorros en esos términos. Precisamente el Objetivo 2 de la Agenda 2030 (Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible) está estrechamente vinculado con la meta 12.3: “*De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha*”. Al respecto el Foro Económico Mundial expresa:

Los enfoques circulares al desperdicio de alimentos son logísticamente complejos, porque los alimentos son perecederos. Sin embargo, se pueden donar alimentos no deseados pero comestibles: en 2016, Francia se convirtió en el primer país en exigir supermercados para donar alimentos no utilizados en lugar de tirarlos. Francia también exige que las empresas informen estadísticas sobre el desperdicio de alimentos y los restaurantes para hacer bolsas para llevar disponible (Hinkley, 2018, citado por FEM, 2018).

Otras de las alternativas por las que optan los gobiernos a niveles locales, incluyen el compostaje comunitario y la digestión anaeróbica. Algunos ejemplos que presenta el FEM en el artículo “Economía circular en las Ciudades: Evolucionando el modelo para un futuro urbano sustentable” (2018), incluyen a la ciudad de Adelaide donde se compostan el 70% de sus residuos orgánicos; San Francisco distribuye 600 toneladas de compostaje por día para agricultores y jardineros locales; Nueva York que distribuye materiales educativos para fomentar compostaje doméstico y ha establecido sitios de entrega para compostaje comunitario (P.16)

3.2.4. Electrónica y productos eléctricos.

Las tendencias de consumo en el siglo XXI incentivan en gran medida la digitalización de la sociedad, sin embargo, prácticas industriales y comerciales como la obsolescencia programada, se ha traducido en un creciente y preocupante problema ambiental, debido a los residuos electrónicos que se generan en el mundo, los cuales incrementan exponencialmente.

En términos generales la obsolescencia programada reduce el tiempo de vida útil de los productos, ya sea mediante materiales deficientes o características reemplazables rápidamente, con lo cual se manipula el comportamiento de los consumidores para incentivar las ventas de los productos nuevos.

La obsolescencia programada en la actualidad puede referir a diversas categorías (Keebler, 2013);

- a) Obsolescencia funcional cuando los productos no pueden ser reemplazados porque su reparación resulta más costosa que su reemplazo, debido a la falta de refacciones, tal como sucede con las baterías de Apple.
- b) Obsolescencia tecnológica, esta práctica es implementada principalmente por las compañías de teléfonos celulares, se recurre al lanzamiento anual de modelos nuevos con características tecnológicas superiores o diferentes a la del producto anterior, complementado por la existencia de planes anuales de telefonía celular, se favorece el reemplazo del modelo anterior por el más nuevo.
- c) Obsolescencia de estilo, este tipo de obsolescencia es resultado de las tendencias de consumo masivo, Apple, es nuevamente el ejemplo, el interés masivo que generan los lanzamientos de nuevos modelos año tras año, es la identidad de los consumidores con la marca y los productos, con el estilo Apple.

- d) Obsolescencia de aplazamiento, ocurre cuando una empresa tiene la tecnología para ser aplicada en todos sus productos, pero elige solo colocar lo último en tecnología en sus productos líderes, el resto de productos son datos de la tecnología que tiempo atrás era la más innovadora.
- e) Obsolescencia no programada, sucede cuando los productos se vuelven obsoletos por causas externas a las empresas, ya sea por cambios legislativos, por evidencias de riesgos perjudiciales por el uso de determinado producto.

El potencial económico que se encuentra en la recuperación y reciclaje de residuos electrónicos se traduce también en el ahorro de recursos naturales que no requieren ser extraídos como materia virgen. En términos meramente económicos, Forti señala (2020):

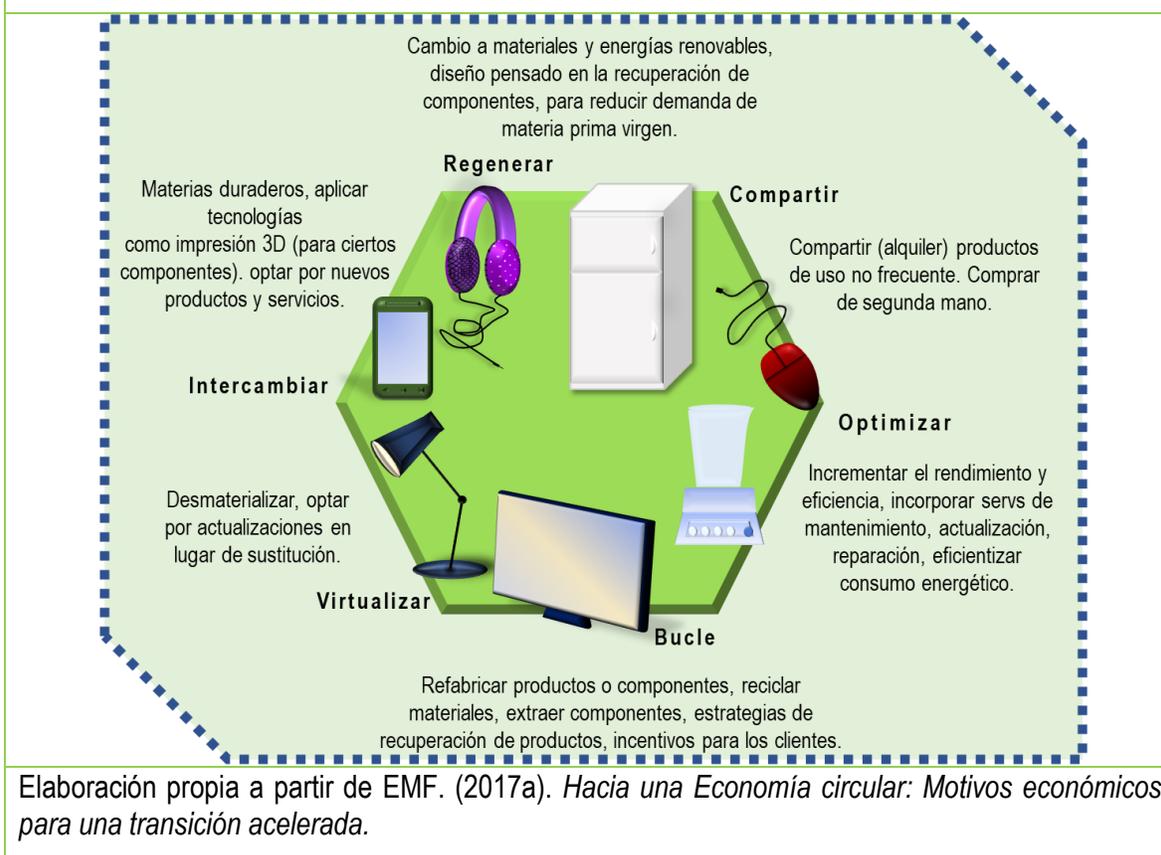
Los residuos electrónicos son una 'mina urbana', gracias a que contienen una gran cantidad de metales preciosos, escasos y no tan escasos, los cuales pueden ser reciclados, y usados como materiales secundarios. El valor de las materias primas obtenidas de los desechos electrónicos globales de 2019, representa aproximadamente \$57 billones de dólares. Hierro, cobre y oro contribuyen mayormente con esa cifra. Con la tasa de recolección y reciclaje documentados actualmente con el 17.4%, el valor de la materia prima es de \$10 mil millones de dólares recuperados de una manera ambientalmente racional a partir de los desechos electrónicos globales, y 4 Mt de materias primas podrían estar disponibles para reciclaje (P. 15)

El ahorro y las ganancias obtenidas gracias a la recuperación de determinados componentes de los residuos electrónicos, no son solamente beneficios económicos. El reciclaje de hierro, aluminio y cobre en 2019, contribuyó con el ahorro neto de 15 Mt de CO2 equivalente a las emisiones derivadas del reciclaje de materias primas secundarias que sustituyeron a los materiales vírgenes. (P. 15)

En la actualidad este modelo de negocios ya existe, en la mayoría de los casos no es ofrecido por las empresas productoras, o en su defecto recurren a estrategias de sustitución de equipo, adicional, la falta de refacciones para reparar los aparatos electrónicos y eléctricos o los altos costos de este proceso son factores que desincentivan al cliente a recurrir a esas opciones, por lo que se convierte en desechos sin el adecuado tratamiento, y la opción generalizada, es la sustitución.

La principal estrategia debe estar pensada en la responsabilidad de los productores de ofrecer productos electrónicos con una larga vida útil, con la posibilidad de actualizarse, repararse y acondicionarse (enfoque de servicio), tal como se observa en la Figura 3.

Figura 3. Marco ReSOLVE aplicable a los productos eléctricos y electrónicos.



3.2.5. Energía.

El sector energético es uno de los sectores más contaminantes y su contribución a la emisión de gases de efecto invernadero, lo convierten en uno de los sectores prioritarios por las políticas gubernamentales a nivel global. Desde los albores de la Revolución Industrial, las fuentes de energía han sido claves para el desarrollo industrial de los países, los hidrocarburos no fueron una excepción.

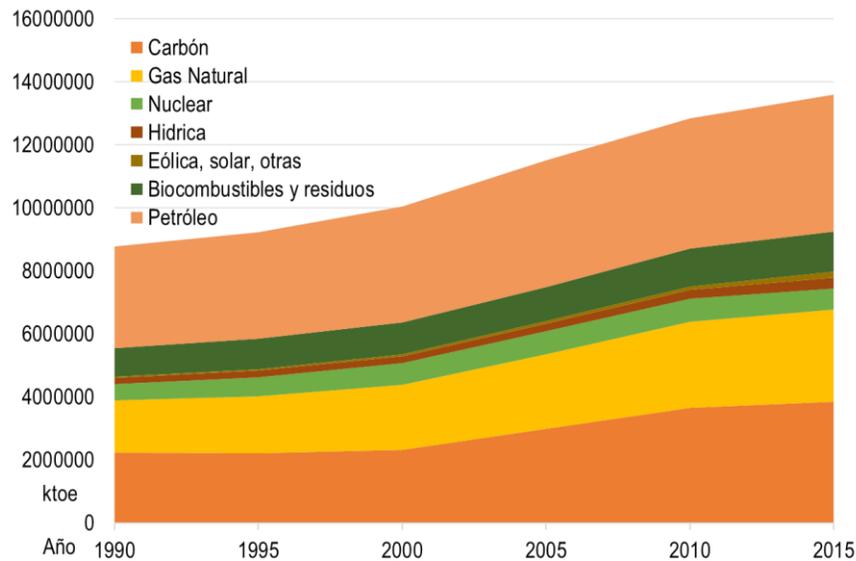
Los hidrocarburos explotados comercialmente desde mediados del siglo XIX, se consolidaron como la fuente de energía más efectiva para mantener el ritmo de crecimiento económico, industrial y demográfico resultante de la Segunda Revolución Industrial. Pese a las externalidades negativas que comenzaron a padecer las ciudades industrializadas, no hubo retroceso, y el desarrollo económico e industrial soportado por los combustibles fósiles se ha mantenido hasta la actualidad.

Sería en 1979 con la primera crisis del petróleo, que la comunidad internacional comenzaría a volcar su interés hacia fuentes alternativas de energía, diversificación energética que evitaría que los países poseedores de petróleo controlaran el mercado como sucedió en ese momento histórico. Pese a que en aquella época ya existían voces alrededor del mundo evidenciando los efectos del ser humano en el medio ambiente, la búsqueda de fuentes alternativas de energía no estaba pensada desde ese enfoque. Las sucesivas aportaciones del IPCC desde su creación en 1988, han servido para dar un respaldo científico a las estimaciones del daño ambiental por causas antropogénicas en todo el mundo, además de contribuir a la comprensión del incremento global de la temperatura en el planeta y sus efectos. Tales aportaciones también han contribuido a comprender la participación de los diferentes sectores en las emisiones de GEI globales.

La principal base energética desde la Segunda Revolución Industrial son los combustibles fósiles. De acuerdo con el informe del IPCC de 2014, el 24% de las emisiones directas de CO₂ se deben a la producción eléctrica y térmica, de ese 24% el 1.4% corresponde a emisiones indirectas por energía, 11% por el uso industrial de esa energía, 0.3% de energía producida que se usa para el transporte, 12% de energía que es utilizada para abastecer a los edificios, y 0.87% al de AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use o Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Suelo). Adicional, habría que considerar el 14% de emisiones directas generadas por el transporte, cuya principal fuente energética son los hidrocarburos.

La diversificación de fuentes de energía se ha debido a varios factores, desde las presiones económicas ocasionadas por las fluctuaciones en los precios internacionales del petróleo, presiones científicas ante la evidencia inequívoca de que el uso de combustibles fósiles es la principal causa del calentamiento global, presiones sociales que demandan la transición hacia modelos sostenibles, y naturalmente los riesgos ante los fenómenos meteorológicos extremos. El crecimiento económico está ligado directamente al incremento en la demanda de energía y como consecuencia el incremento en la emisión de GEI, tal como se muestra en el Gráfico 3.

Gráfico 3. Matriz Energética Mundial 1990 – 2015
(Miles de millones de barriles de petróleo equivalente)



NOTAS: Ktoe = Kilotonne of Oil Equivalent (Miles de millones de barriles de petróleo equivalente).
1 Ktoe = 1163000 kWh (Kilowatt por hora).

Fuente: Elaboración propia a partir del IEA. (2020). *World Energy Balances 2020*.

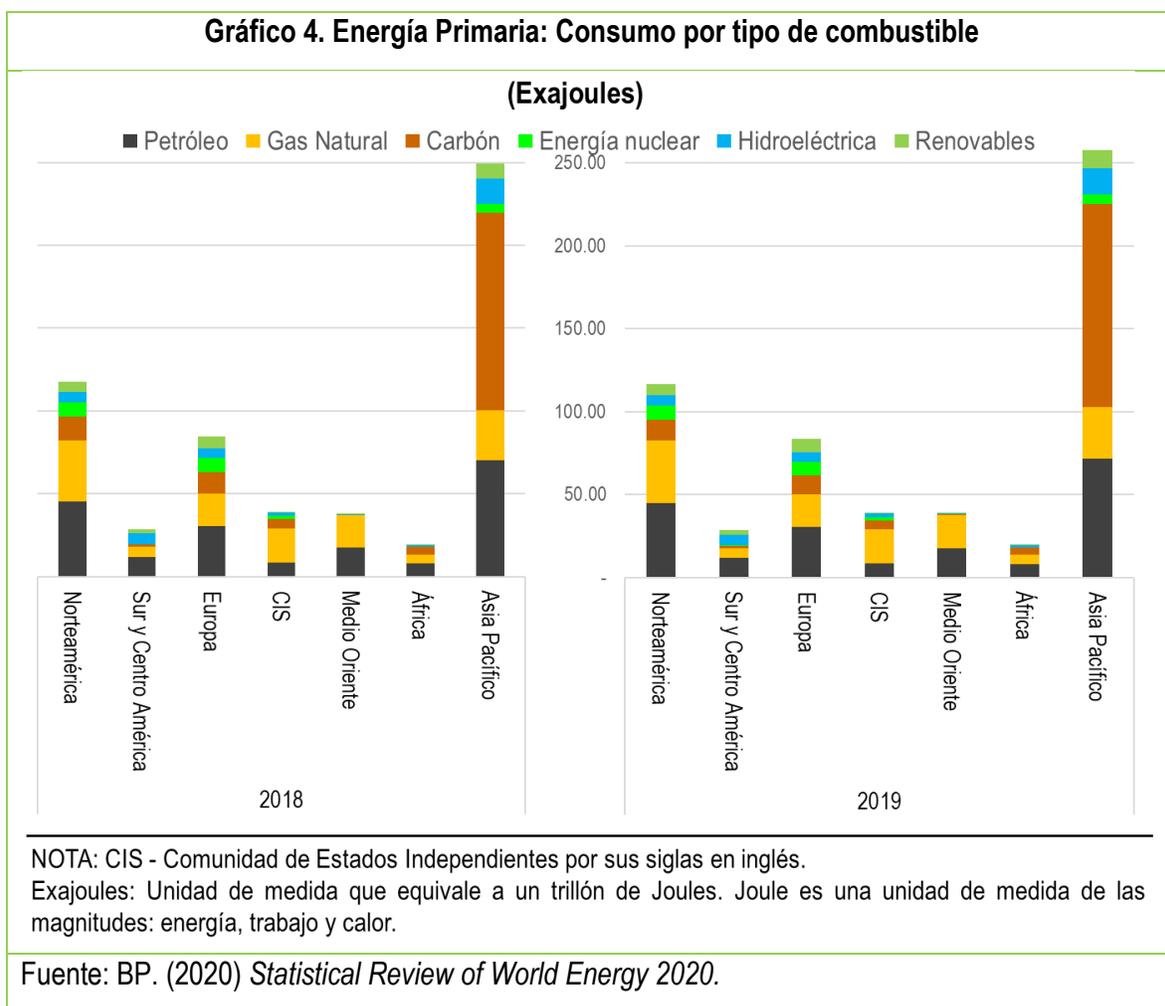
De acuerdo con cifras de la Agencia Internacional de Energía de 2015, la matriz energética se componía en un 31.9% de Petróleo, 28.3% de Carbón, 21.6% de Gas Natural, 9.4% de energía proveniente de biocombustibles y residuos, 4.9% de energía nuclear, mientras que la energía proveniente del agua apenas representaba el 2.5%, con menos participación de las energías renovables solar, eólica y otras con apenas el 1.5%. ([Véase Anexo 17](#)).

El incremento y disminución en la demanda global de energía, depende también de las condiciones meteorológicas, de acuerdo con la IEA, el consumo de energía en todo el mundo creció un 2,3% en 2018, crecimiento impulsado por una economía en expansión (3.7%), así como mayores necesidades de calefacción y refrigeración en algunas partes del mundo. Como resultado del mayor consumo de energía, las emisiones globales de CO₂ relacionadas con la energía aumentaron a 33.1 Giga toneladas de CO₂. (IEA, 2018). En 2019, las condiciones meteorológicas y un menor índice de crecimiento global, impactaron en la demanda de energía y favorecieron la disminución de las emisiones.

La *Revisión Energética Global 2019* de la IEA señala que el clima más templado en muchas economías grandes fue significativo en la reducción de emisiones de GEI en más de 200 Millones de toneladas, contrario a 2018. El mismo documento indica:

La demanda mundial de energía aumentó un 0.9% en 2019, es decir, 120 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtoe), el 40% de la tasa de crecimiento observada en 2018. El crecimiento económico más lento y las condiciones meteorológicas explican la mayor parte de la desaceleración. El crecimiento del PIB mundial cayó del 3.6% en 2018 al 2.9% en 2019, frenando el crecimiento de la demanda de energía. La desaceleración económica se sintió en casi todas las economías. (IEA, 2019, P. 3)

De acuerdo con Examen Estadístico de la Energía Mundial 2020 (BP, 2020), los países líderes en energías renovables son Estados Unidos, China y Brasil, Alemania, mientras que países del Medio Oriente y de la Comunidad de Estados Independientes (Commonwealth of Independent States, o CIS por sus siglas en inglés) son los más rezagados. El Gráfico 4, muestra el consumo regional de energía por tipo de combustible. (*Véase Anexo 18*).



El incremento y uso de las fuentes de energía renovables con baja huella de carbono debe estar acompañado del uso eficiente de la misma, con el fin de lograr su máximo aprovechamiento, adicional, tales fuentes de energía deben también estar acompañadas de una visión circular desde el diseño, con el fin de garantizar largos ciclos de vida y que sus componentes no se conviertan en residuos inaprovechables al finalizar su ciclo de vida útil.

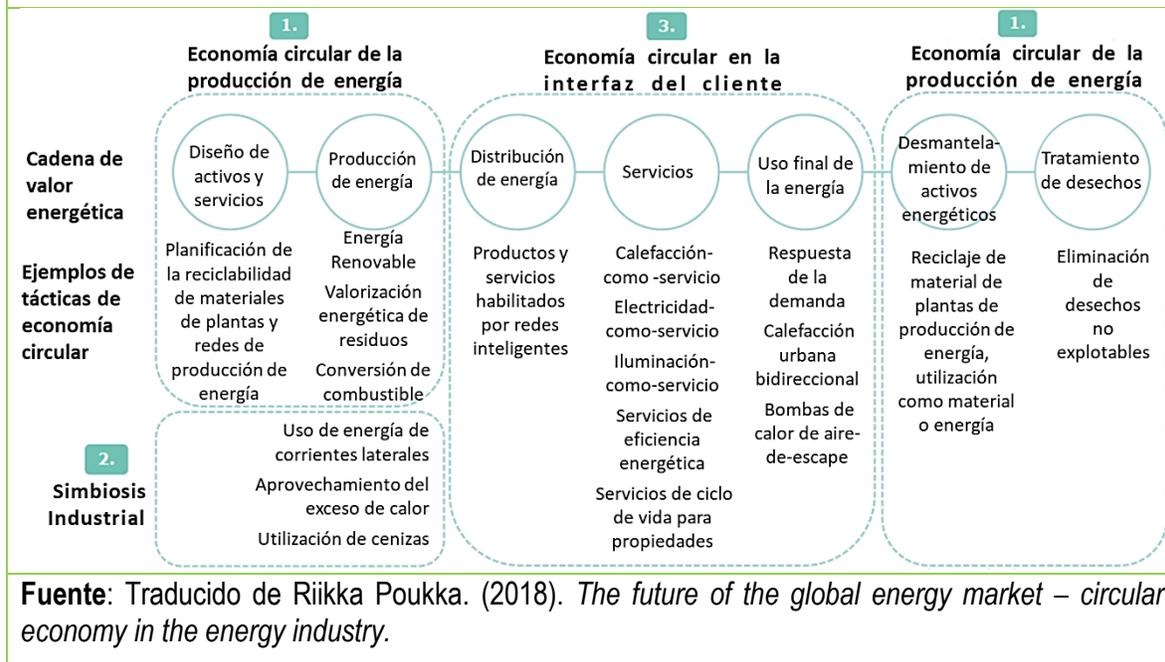
Riikka Poukka (2018, P. 17), propone tres estrategias claves para aplicar los principios de la economía circular en la producción energética, resumidas también en la Figura 4.

Economía circular de la producción energética. Incluye desde la producción de energía de fuentes renovables (solar, eólica, hídrica, biomasa, buscando que su impacto ambiental sea nulo, es decir, no genera residuos, no provoque daños a la flora o fauna); el aprovechamiento de residuos como fuentes de energía (como el metano de las aguas residuales, el bagazo de caña, termovalorización de residuos sólidos urbanos, aceite quemado, etcétera); conversión de combustible (combustibles alternativos como hechos a base de productos orgánicos como el nopal, biodiesel, bioetanol, hidrólisis, etcétera); reciclaje de materiales en plantas de producción eléctrica para alargar su tiempo de vida útil y poder ser aprovechados al máximo.

Simbiosis industrial y cooperación para la economía circular a nivel municipal. Quizá es una de las estrategias, más ambiciosas ya que exige la participación empresarial y gubernamental, las acciones deben estar focalizadas localmente, pues se busca que los recursos, residuos y energía se mantengan en un circuito circular de manera ininterrumpida donde el exceso de energía de la industria pueda ser aprovechado localmente, por otras empresas o por los pobladores.

Economía circular en la interfaz del cliente. Responder a la demanda, a partir de cualquiera de las estrategias previas y con enfoque en la energía como servicio, buscando la eficiencia de la energía en el usuario final, para lo cual se debe monitorear constantemente que el aprovechamiento sea el óptimo y en dado caso dar mantenimiento a la infraestructura necesaria para evitar fugas de energía.

Figura 4. Tácticas de economía circular en la industria energética posicionadas a lo largo de la cadena de valor de la energía



No hay que perder de vista, que a consecuencia de la pandemia por Covid-19 y las medidas de confinamiento implementadas en todo el mundo, la demanda de energía se redujo de forma importante, de acuerdo a la Revisión Global de Energía 2020 de la IEA, los países con bloqueo total experimentaron reducciones del 25% de demanda de energía y aquellos con bloqueo parcial una disminución promedio del 18%, desafortunadamente ese escenario es alarmante para los próximos años, ya que la concentración de los países en el periodo post-pandemia será la recuperación económica, y, si no se fortalecen las energías renovables como mecanismo para abastecer a la demanda de energía, inevitablemente habrá un despunte de emisiones de CO2 que lejos de contribuir a las metas de reducir en 1.5° la temperatura de la tierra serán perjudiciales.

Se espera que las emisiones globales de CO2 disminuyan en un 8%, o casi 2.6 gigatoneladas (Gt), a niveles de hace 10 años. Esta reducción interanual sería la mayor de la historia, seis veces mayor que la reducción récord anterior de 0.4 Gt en 2009, causada por la crisis financiera mundial, y dos veces mayor que el total combinado de todas las reducciones anteriores desde el final de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, como después de crisis anteriores, el repunte de las emisiones puede ser mayor que la disminución, a menos que la ola de inversiones para reactivar la economía se dedique a una infraestructura energética más limpia y resistente. (IEA, 2020)

La propia Agenda 2020 establece en el objetivo 7, la necesidad de lograr energía asequible y no contaminante para poder garantizar la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.

3.3. Contribución y retos de la economía circular para alcanzar el objetivo 12 la agenda 2030.

Para los próximos años (periodo post-pandemia) se espera que la mayoría de los esfuerzos se avoquen a la reactivación económica, y en muchos de los casos el soporte estará vinculado a procesos sostenibles y de producción más limpia (PNUMA, 2020). Mediante la implementación de la Economía circular se esperan lograr tres beneficios muy concretos: 1) Reducir la extracción de recursos; 2) mitigar emisiones de GEI; 3) crear nuevos modelos de negocios y empleos.

La producción y el consumo responsable, requieren un análisis del impacto ambiental de determinado proceso industrial y económico, la determinación de la huella ecológica, huella de carbono y huella hídrica del proceso y el producto, identificación de áreas de oportunidad para hacer el proceso y al producto más eficiente, de buena calidad, y con menor impacto ambiental, y, naturalmente un ACV que permita determinar los momentos precisos de intervención para integrar la circularidad al modelo de producción y que el producto que esté en el mercado sea pensado para seguir siendo parte del sistema económico de forma continua, o en su defecto, ya exista una estrategia post-consumo para que no se convierta en un desecho.

Las metas globales de mitigación están principalmente enfocadas en la transición energética (reducción de alrededor del 55% de las emisiones de GEI), se necesita una integración pensada desde la circularidad, la eficiencia de los recursos (incluidos aquellos con los que se genera energía) y los materiales, así como la preservación de los recursos (en algunos casos sumideros naturales de CO₂). Con acciones de circularidad en sectores como la construcción, la manufactura, la electrónica, la industria alimentaria, la industria química y otras tantas, se podría abordar el 45% de las emisiones restantes. (PNUMA, 2020)

De acuerdo con el FEM (2018) la extracción de recursos incrementó 12 veces entre 1900 y 2015. En los últimos 40 años, el uso global de materiales se ha triplicado, de 26.7 mil millones de toneladas en 1970 a 84.4 mil millones de toneladas en 2015, con proyecciones de que esta cifra se duplique, llegando a 170 y 184 mil millones de toneladas para 2050 (Círculo Economía, 2018b citado por FEM, 2018). Lo anterior, aunado a las proyecciones del crecimiento urbano en un 66% para 2050 (FEM, 2018), expresa un importante incremento de la escasez de recursos y, en consecuencia, el estrés de los sistemas naturales.

De seguir en la senda del agotamiento de recursos e incremento de la demanda, Lacy y Rutqvist (2015) proyectan para 2030 efectos como: interrupciones del suministro, aumentos de precios y la volatilidad, todo lo cual podría costarle a la economía global entre 3 y 6 billones dólares de crecimiento, para 2050 ese costo se eleva entre 10 y 40 billones de dólares, escenarios que incluyen una gran escasez de insumos de energía y materiales críticos y la falta de sustitutos de bajo costo. (P. 29). No está por demás mencionar, que las pérdidas económicas relacionadas con situaciones extremas el clima ha aumentado en un 86% a 129 mil millones de dólares en los últimos 10 años. (Helias, 2018)

De acuerdo con Lacy y Rutqvist (2015, P. 30), en un escenario diferente y pensado en las oportunidades económicas desarrolladas a partir de un enfoque circular, según las actividades que se lleven a cabo, los beneficios económicos pueden ser los siguientes:

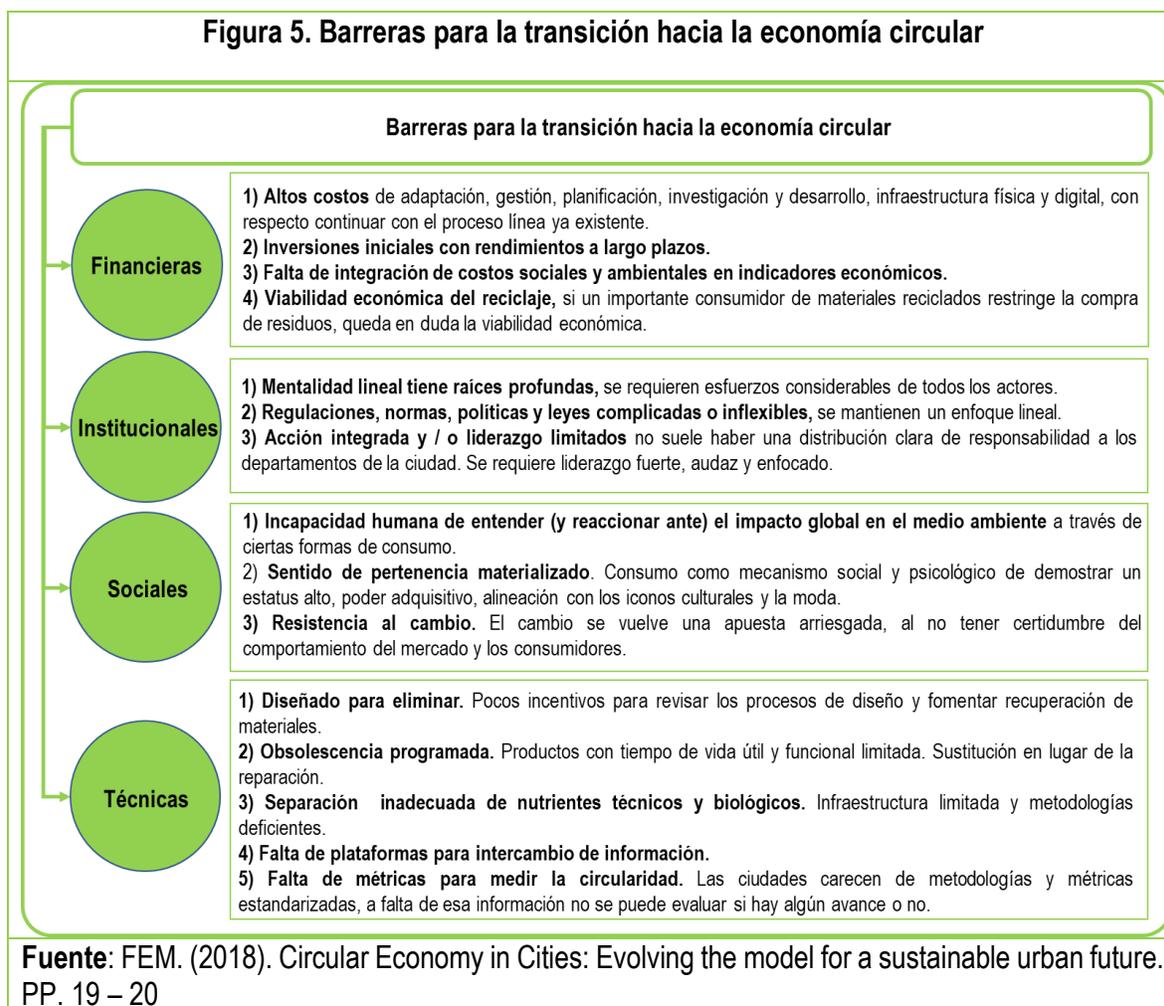
- Eliminación de recursos desperdiciados mediante la introducción de energías renovables y biocombustibles, productos químicos y materiales: 1.7 billones de dólares crecimiento (con 1.1 billones de dólares de energía y 0.5 billones de dólares de materiales).
- Eliminación de ciclos de vida desperdiciados al impulsar la venta de segunda mano, la remanufactura, servicios de restauración, reparación, etc.: 0.9 billones de dólares.
- Eliminación de la capacidad desperdiciada mediante un mayor intercambio, copropiedad, uso compartido, agrupación de recursos, etc.: 0.6 billones de dólares.
- Eliminación de valores incorporados desperdiciados mediante un mayor reciclaje, reciclaje, recolección de componentes y recuperación de energía: 1.3 billones de dólares.

En términos de empleos, algunas estimaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), señalan que el modelo de economía circular para la sostenibilidad en el uso y consumo de recursos, podría generar un total neto de cerca de 6 millones de nuevos puestos de trabajo para 2030, en comparación con un escenario normal. En un escenario comparativo, se estarían creando casi 78 millones de puestos de trabajo y se destruirán casi 71 millones. (citado por PNUMA, 2020, P. 63)

Evidentemente, tal labor no corresponde exclusivamente a un sector, o en términos privados a una empresa. Se trata de un proceso de transición que requiere colaboración y trabajo simultaneo y sinérgico de proveedores, minoristas, empresas emergentes (start-ups), los gobiernos, las ciudades y la sociedad civil, lo cual, debe traducirse en modelos de negocios donde las empresas desarrollen productos, servicios y modelos que tengan una contribución positiva para el planeta. (Helias, 2018)

3.3.1. Retos de la producción y el consumo responsable en términos de la economía circular.

El Foro Económico Mundial (2018) esclarece cuatro barreras que se deben superar para lograr esta necesaria transición hacia la economía circular (Figura 5).



La Iniciativa Financiera del PNUMA publicó en octubre de 2020, el informe *Financiando la Circularidad: Desmitificando las Finanzas para la Economía circular*, cuyo enfoque está precisamente vinculado a afrontar el reto de las barreras financieras en el mundo en virtud de acelerar la transformación hacia la economía circular. En este informe se reconoce la labor crítica de las instituciones financieras para invertir en la producción sustentable, sobre todo en el contexto actual y las estrategias de recuperación económica para los próximos años.

Entre las recomendaciones para bancos, aseguradoras e inversores para acelerar el financiamiento circular, se incluyen:

- 1) Integrar la transición dentro de la estrategia de la organización, el mundo está cambiando y las finanzas deben hacer frente a esa transformación.
- 2) Manejar riesgos lineales, circulares y oportunidades de circularidad en las instituciones financieras, para lo cual se requiere el desarrollo de conocimientos para comprender los riesgos relativos a la escasez futura de recursos y a los propios riesgos del cambio climático.
- 3) Desarrollar competencias sectoriales en las instituciones financieras e integrarlas con actividades comerciales. Se deben evaluar las mejores prácticas para un enfoque financiero en sectores industriales, aquellos sectores lineales con mayores proyecciones de riesgo para el futuro, cuentan con áreas de oportunidades para integrar la circularidad en su organización y por lo tanto mitigar los riesgos. También será necesario tener en consideración el impacto en las licencias de operación y ganancias, de acuerdo a los cambios que se generen con la implementación de leyes ambientales, la Responsabilidad Extendida del Productor, impuestos a los recursos, entre otros.
- 4) Monitoreo de la creación y eliminación de los empleos en medida que la circularidad sea implementada.
- 5) Crear conciencia sobre las implicaciones de la eficiencia de los recursos y el flujo de los materiales en la organización y entre los clientes.
- 6) Evaluar cómo la institución financiera puede contribuir en el financiamiento de la transición bajo marcos claves de la industria financiera, guiados por los Principios de la Responsabilidad Bancaria, Principios de Seguros para la Sustentabilidad y Principios para la Inversión Responsable.
- 7) Medir las finanzas de la economía circular en el balance y aumentar la huella financiera de la economía circular en préstamos, inversiones y seguros. La transparencia en cuanto al nivel de financiamiento a la circularidad puede crear conciencia sobre las actividades de la economía circular con clientes, empleados e inversores. (PNUMA, 2020).

La cooperación internacional y las alianzas estratégicas entre gobierno, empresas, consultorías, sociedad civil y universidades, son formas en que se busca hacer frente a las barreras institucionales. Cada vez más actores empiezan su acercamiento a la economía circular como una alternativa viable enfocada en la transformación.

Actores claves como la Unión Europea, el PNUMA, la ONUDI, la Fundación Ellen MacArthur lideran las estrategias de cooperación internacional e inclusive son fuentes de financiamiento en la implementación de la economía circular en varias regiones del mundo, sin embargo, líderes regionales o nacionales, principalmente en países en desarrollo, son necesarios para favorecer esta transición, después de todo, en los países en desarrollo, en enfoque del desarrollo aún está siendo abordado desde el crecimiento económico como herramienta para afrontar problemas específicos como la pobreza, y las prioridades ante los problemas ambientales se abocan a medidas de adaptación, pues una característica de sus poblaciones es la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático y ante otros problemas ambientales localizados.

En cuanto a las barreras sociales, se requiere integrar enfoques multidisciplinarios en el proceso de sensibilización y concientización ambiental, siendo fundamental la inclusión de la educación ambiental y la psicología ambiental en todas las etapas del desarrollo cognitivo y conductual de las personas. Entre los factores que influyen en conductas favorables hacia el medio ambiente o en caso contrario a una falta de conciencia ambiental, son: 1) factores sociodemográficos como la edad, el sexo, el nivel educativo, el nivel de ingresos, etcétera; 2) cognitivos, es decir, conocimiento general o específico sobre las condiciones del medio ambiente; finalmente los factores 3) psicosociales, donde además de valores, actitudes y creencias, son importantes factores como la auto percepción sobre la capacidad que se tiene para obrar, la percepción de responsabilidad, la obligación moral, así como, factores situacionales como la presión social, las restricciones económicas o la posibilidad de elegir entre modos alternativos de conducta. (Puertas & Aguilar, 2015, P. 7).

La educación ambiental es clave durante la educación básica, ya que inicia un proceso de desarrollo cognitivo, conductual y emocional, donde establecen un conjunto de valores y conocimientos que permiten la toma de decisiones informadas en el futuro, pudiendo aumentar la calidad de vida al tiempo que protegen el medio ambiente y promueven la eficiencia de los recursos. Gracias a los conocimientos, métodos y herramientas adquiridos durante la educación técnica y vocacional, se desarrollan habilidades prácticas para el diseño e implementación de soluciones ambientales, en el marco de la incorporación a la Población Económicamente Activa. (Brears, 2018, P. 42) Mediante la educación universitaria se preparan los futuros tomadores de decisiones y líderes de la sociedad, la formación en este nivel busca dotar a las personas también de responsabilidad social, para poder incidir con cambios positivos en la sociedad.

La educación fundamental proviene directamente de los núcleos familiares, en el seno de la familia se desarrollan la mayoría de los factores que pueden contribuir al desarrollo de una conciencia ambiental (o falta de ella) y en las actitudes en favor del medio ambiente.

En cuanto a las barreras técnicas, la creatividad y la innovación, son dos de las herramientas más importantes para buscar nuevas soluciones e implementar transformaciones profundas que requiere cambiar la mentalidad y el enfoque tradicional de la industria. El trabajo conjunto entre los gobiernos, las empresas, las universidades, la sociedad civil y demás actores, es preciso para alcanzar los ambiciosos objetivos de la economía circular y, sobre todo, lograr una adaptación armónica y reflexiva.

Para superar los retos que la economía circular presenta en un mercado y sistema económico donde predomina el enfoque lineal, es necesario plantearlos desde diferentes escalas y teniendo en cuenta a los diferentes actores claves en el proceso. La transición debe hacerse de forma progresiva, ya que requiere una reestructuración desde el núcleo. Para plantear escenarios con las mejores posibilidades de transición, es necesario tener en cuenta las tendencias de consumo actuales y proyectar tendencias de consumo futuras, así mismo, se debe definir el papel y función de las empresas y los gobiernos, para hacer esta transición de forma informada, progresiva y armónica.

3.3.2. Tendencias de consumo actual.

Como se mencionó previamente, la globalización se ha traducido en un proceso de homogeneización cultural que impacta en las tendencias de consumo, y de forma paradójica, también se traduce en proceso global donde los riesgos a consecuencia del cambio climático y de los fenómenos naturales, son entendidos como riesgos comunes, todo ello en el marco de la sociedad del riesgo.

La transición hacia la economía circular requiere de la participación de toda sociedad, respecto a cómo sus patrones de consumo impactan sobre el medio ambiente y qué riesgos representan a la vez para sí mismos. En este sentido, la meta 12.8, del objetivo 12 establece: De aquí a 2030, asegurar que las personas de todo el mundo tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza. Es importante tomar en consideración, las proyecciones que se tienen estimadas para las próximas décadas en cuanto al incremento demográfico, el crecimiento de las urbes, el crecimiento económico y el aumento del poder adquisitivo.

Sobre las proyecciones futuras y su impacto en los patrones de consumo, Brears señala (2018):

A medida que aumentan los niveles de ingresos, se producen cambios en los patrones de gasto cuando las personas pasan de un ingreso muy bajo (salarios anuales de menos de USD \$ 1000 por año) a un ingreso medio bajo (entre USD \$ 3000 y USD \$ 5000). Por ejemplo, a medida que aumentan los niveles de ingresos, el gasto individual en alimentos cae de más del 40 por ciento del ingreso total a alrededor del 10 por ciento. En cuanto al gasto en tipos de alimentos, existe una fuerte correlación positiva entre el nivel de ingresos y el consumo de proteína animal con el aumento del consumo de carne, leche y huevos a expensas de los alimentos básicos. Mientras tanto, la demanda de ropa aumenta significativamente a medida que aumentan los ingresos, y se proyecta que los mercados emergentes representarán el 57 por ciento de la demanda mundial total de ropa en 2050, frente al 35 por ciento en 2012. La demanda de viviendas y muebles también aumentará con el aumento de los niveles de ingresos: [...] La demanda de teléfonos inteligentes, tabletas y televisores LCD / LED hará que los ingresos para el mercado de la electrónica de consumo alcancen casi los 3 billones de dólares en 2020, frente a los 1,45 billones de dólares de 2015 [...] (P. 5)

De acuerdo con la investigación realizada por Angus y Westbrook (2020), las tendencias de consumo para los próximos años, se pueden resumir en diez puntos principales.

1) Más allá de lo humano. Las personas están empezando a aceptar a los robots u otros dispositivos con inteligencia artificial (IA) como parte importante de su día a día, para simplificar y mejorar la vida. Pese a las asimetrías globales respecto al acceso universal a la tecnología, es un proceso que se espera que eventualmente llegué a cada rincón del planeta. Esta tendencia no puede dissociarse de las proyecciones mundiales de generación de residuos electrónicos, por lo que estrategias de economía circular pensadas en ese rubro serán vitales para frenar los impactos ambientales.

2) Cautívame en segundos. Esta tendencia se resume en una frase “más contenido, menos tiempo” (Angus y Westbrook, 2020, P. 13). En medida que crece el acceso y uso de la tecnología, los consumidores están buscando contenido rápido, conciso y multisensorial para una satisfacción instantánea, se trata de un proceso de absorción de más información en lapso de tiempo muy cortos. El mercadeo digital, la interacción mediante redes sociales, la creación de canales de comunicación remotos, son modelos culturales y de comportamiento que se han fortalecido en los últimos años, y, particularmente en el contexto del confinamiento por COVID-19.

De acuerdo con las autoras, la tendencia “cautívame en segundos” no es homogénea en el mundo:

La tendencia Cautívame en segundos es particularmente visible en regiones emergentes, como el Medio Oriente y África, Asia Pacífico y Latinoamérica, con un mayor crecimiento económico histórico y proyectado. Norteamérica y Europa han experimentado y seguirán experimentando un crecimiento más lento que los mercados más maduros. Además, las poblaciones de esas regiones emergentes típicamente tienen una menor edad promedio, lo que es relevante ya que el grupo demográfico con mayor participación en línea y frecuencia de visualización diaria está usualmente entre los 18 a 44 años. (Angus y Westbrook, 2020, P. 14)

3) Movilidad sin límites. Esta tendencia es resultado de las proyecciones de crecimiento urbano en todo el mundo y con ello, la consecuente congestión de las vialidades, una mayor saturación del transporte público y su incapacidad de adaptarse a las necesidades contemporáneas. El deseo de los consumidores es moverse libremente (sin límites) por las ciudades en la forma que deseen, en ese sentido las aplicaciones para planificar los viajes y obtener actualizaciones en tiempo real han encontrado una creciente oportunidad de negocios, dado que los consumidores buscan transporte modular y personalizado, ya sea por tren, taxi, bicicleta eléctrica, scooter o una combinación de todos. Esta tendencia es favorecida por otras características sociales y económicas de las poblaciones urbanas, donde la posesión ya no es la expectativa, debido a los salarios que limitan a los consumidores a desembolsar grandes cantidades de dinero por anticipado.

4) La cuarta tendencia, inclusión para todos, es resultado de una serie de exigencias sociales hacia las empresas para redefinir sus productos y servicios para que sean más accesibles para todos y contribuyan al respecto a la diversidad y diferencias, rompiendo de esta forma con estándares de salud y belleza poco realistas y alienantes, y buscando un cambio hacia la autenticidad real de las personas. Esta tendencia busca y promueve la diversidad, accesibilidad, inclusión y autenticidad.

5) Cuidando de mí mismo, es una tendencia donde se prioriza la salud mental y la búsqueda de productos que aborden necesidades específicas de bienestar. De acuerdo Alison Angus y Gina Westbrook (2020), los cambios en las estructuras familiares, la pérdida de espacios públicos, mayores horas de trabajo y los medios sociales, en general, el aislamiento social en el mundo moderno, se traduce en el incremento de desórdenes mentales como la ansiedad y el estrés, sin embargo, los consumidores actuales aspiran a productos que ayuden a aliviar la tensión mental de forma natural y divertida.

Angus y Westbrook (2020) puntualizan en ese sentido:

El cannabis legal está a la vanguardia en cuanto a la satisfacción de un amplio espectro de necesidades de bienestar mental, específicamente la mejora del estado de ánimo, utilizando diferentes cepas de un solo ingrediente. Euromonitor International predice que el mercado legal global para el cannabis alcanzará ventas por USD 166 mil millones para el 2025. Presumiblemente, esta industria dinámica y controversial liderará el camino para que otros productos de consumo se posicionen de manera similar en base a sus resultados. Por ejemplo, la inclusión de la botánica funcional en alimentos y bebidas, como en el caso de la cúrcuma, hongos, ashwagandha y matcha, estimulantes hormonales en neurocosmética o aromas que imitan a la naturaleza en productos de belleza. (P. 33)

6) Hogares multifuncionales. Esta tendencia ha cobrado más fuerza a partir de la crisis sanitaria mundial causada por la pandemia de Covid-19, debido a esto, los consumidores han desarrollado una fuerte necesidad por contar con todo lo necesario para el desenvolvimiento de sus actividades cotidianas dentro de la comodidad de su hogar.

De acuerdo con esta tendencia, los hogares representan un refugio personal y seguro, libres de distracciones y peligros externos. Algunos de los factores que han favorecido esta tendencia son: el acceso a internet de alta velocidad, productos y servicios innovadores, con los cuales, los consumidores globales pueden ejercitarse, comprar, trabajar y jugar, todo desde la comodidad de sus hogares multifuncionales. Naturalmente esta tendencia, significa también un cambio en cuanto los patrones de consumo en productos como la ropa, los alimentos, los servicios de entretenimiento, entre muchos otros.

7) Personalización privada, tendencia que requiere un equilibrio entre el deseo de experiencias optimizadas y acordes a las preferencias personales, y, con las preocupaciones sobre el intercambio de datos personales. Si bien, muchos consumidores mantienen reserva sobre los datos y la información que comparten a las empresas, debido a la incertidumbre que les genera el posible robo o mal uso de esa información, también existen grupos de consumidores (generalmente jóvenes), que están dispuestos a compartir sus datos para recibir ofertas personalizadas, buscando al mismo tiempo transparencia sobre el uso de tales datos.

8) Orgullo local, en camino a ser global. La octava tendencia tiene una fuerte vinculación con la valorización de la cultura nacional y productos adaptados a los gustos y preferencias locales, de hecho, esta tendencia ha sido explicada por Angus y Westbrook (2020), como el retroceso de la globalización, pues en medida que los consumidores asumen responsabilidad ambiental y se concientizan sobre la importancia de apoyar las empresas locales en lugar de apoyar a las empresas multinacionales que comercializan productos estándar que no representan a los consumidores, ni su localidad. Esta tendencia se está fortaleciendo principalmente en Medio Oriente y África (P. 56), sin embargo, en el otro lado de la moneda, crecen también prácticas corporativas como la apropiación cultural que realizan algunas grandes empresas para dotar a sus productos de identidad local, sin respeto por las tradiciones, los significados culturales y sin retribución por el uso de los diseños y su comercialización.

9) Revolucionarios de la reutilización. Esta tendencia es resultado de la creciente conciencia global en torno a los problemas ambientales globales, proceso enmarcado en la teoría de la sociedad del riesgo, donde las personas, especialmente los jóvenes y personas mayores de 30 años con hijos, están explorando alternativas para los productos de un solo uso con el objeto de reducir la huella ambiental y el desperdicio.

Con esta tendencia se prioriza la experiencia sobre la propiedad, lo cual, ha creado oportunidades de negocios en servicios de renta, reparación, reacondicionamiento, venta de repuestos, etcétera. Esta tendencia tiene diversas variantes según la región del mundo de la que se hable, mientras en Medio Oriente, África y Latinoamérica se opta por productos duraderos, en Asia se fortalecen los movimientos minimalistas, y en Europa y Norteamérica por otro lado, los productos de segunda mano se están volviendo atractivos.

10) La décima tendencia denominada “Queremos aire limpio en todos lados”, es una respuesta global ante el impacto que tienen las ciudades para el medio ambiente y su contribución en las emisiones de gases de efecto invernadero. Los consumidores comienzan a tener una mayor comprensión de lo que el cambio climático representa, y, sobre todo de forma local, comprenden los efectos de la contaminación atmosférica en la salud y la economía, pues en medida que decrece la calidad del aire en las ciudades, incrementan los casos de enfermedades respiratorias y problemas del corazón, por lo que muchas de ellas, se ven obligadas a cancelar las actividades al aire libre, con fuertes mermas económicas en diversos sectores. Esta tendencia va acompañada de cambios en las formas de consumo tradicional, por lo que se fomenta la cultura del veganismo, comercio justo y natural.

Esta última tendencia no es simplemente una moda, sobre todo cuando existen ciudades como Nueva Delhi, India y la Ciudad de México, donde ya existen bares de oxígenos, que están cobrando popularidad en medida que incrementa la mala calidad del aire en las ciudades, y tales medida comenzarán a ser necesarias en otras ciudades de seguir las tendencias actuales, por ello es necesaria la acción integral y sinérgica de todos los sectores involucrados, siendo los consumidores esenciales para exigir la transformación de los modelos de negocios de las empresas, hacia modelos sostenibles, bajos en carbono y naturalmente, reflexionando su consumo y optando por consumo sostenible y ambientalmente responsable.

3.3.3. Responsabilidad de las empresas.

La meta 12.6 es clara respecto a la importancia de alentar a las empresas, en especial las grandes empresas y las empresas transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes. La complejidad que entraña la transformación de la industria hacia la economía circular, hace de ese reto una labor aún más exhaustiva, sin embargo, la actual crisis ambiental que enfrenta el mundo hace necesaria esa transformación.

La transformación de la industria hacia modelos de producción sustentable se traducirá en una primera etapa en beneficios locales, que incluyen la reducción de la contaminación en sus diferentes fases, así como en la reducción de emisiones de CO₂, eventualmente, tales reducciones contribuirán con las metas propuestas por los NDC, y progresivamente en la reducción global de emisiones de GEI.

Las primeras respuestas industriales ante la creciente presión por la adopción de modelos de negocios sustentables, se tradujeron en productos poco competitivos en precios, calidad y diseño, solo catalogados como productos verdes. En palabras de Nadya Zhexembayeva (2014):

[...] se le daba a lo ecológico un enfoque marginal: “vamos a sacar un producto ecológico, pero por un precio superior”. Y se actuaba como una moda que había que satisfacer. Las iniciativas verdes y sociales eran un complemento, un apéndice, a la estrategia principal. Un añadido.

Ahora se trata de plantearlo de forma radicalmente diferente. Se debe situar a la sostenibilidad medioambiental y social en el centro de la estrategia [...] Incorporando los valores medioambientales y sociales en toda la actividad de la empresa. Sin recargos en los precios ni rebajas en la calidad. (P. 146)

La transición hacia modelos de producción ambientalmente responsables no es un reto sencillo, primero se necesitan identificar las áreas de oportunidad en cada momento de la cadena de valor, luego, crear estrategias para convertir en efectivas esas oportunidades, procurando en el proceso reducir la huella ambiental, la huella de carbono, la huella hídrica, las externalidades negativas existentes y prevenir externalidades negativas en el futuro, para todo lo cual, tener una visión del ciclo de vida completo de los productos será vital. Las acciones en favor de esta transición deben estar motivadas por una verdadera visión empresarial sustentable desde el núcleo, no solo en el discurso y en la propaganda comercial, ya que las tendencias de consumo se están alineando hacia el cuidado real del medio ambiente.

Las *start-up* y las PYMES, presentan mayores ventajas frente a las empresas multinacionales en cuanto a la adopción de modelos de producción circular. Las *start-up*, se definen como empresas emergentes cuyo eje esencial es la ciencia y la tecnología, la dimensión también le dota de una estructura más dinámica y flexible, pues su enfoque no es el control del mercado en su totalidad, se trata de abastecer a aquel sector de la población en donde son la opción. De igual forma, las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), gracias a que su mercado está en expansión y sus estructuras organizativas y administrativas son más flexibles, cuenta con una amplia posibilidad de desarrollar productos pensados en la economía circular, sin embargo, frente a las empresas multinacionales, requieren apoyo gubernamental mediante subsidios o mediante facilidades fiscales, que les permitan ser competitivas con las grandes empresas.

Las empresas multinacionales por otro lado, cuentan con procesos de producción estandarizados y en cadena, lo que les hace menos flexibles. Adicional, si tienen una falta de visión innovadora dentro de las nuevas tendencias de consumo globales, corren el riesgo de volverse obsoletos y quedar fácilmente fuera del mercado. Aquellas empresas que logren conciliar la presión social y medioambiental con una visión de negocios, logran convertir esas demandas en oportunidades para conseguir ventajas competitivas ante las nuevas tendencias y necesidades globales del consumo. Grosso modo, quien no sea capaz de adaptarse y transitar hacia modelos circulares, se quedará atrás. (Zhexembayeva, 2014; FEM, 2018)

Las reglas de oferta y demanda del mercado, son factores que determinan la velocidad a la cual la economía circular irá escalando en los modelos de negocios actuales. En este sentido, Lacy y Rutqvist, (2015), establecen una serie de condiciones de mercado que favorecen la transición:

- Flujos de materiales. Las empresas deben mejorar la forma en que trazan los flujos de materiales. Logrando un seguimiento eficaz de cómo se utilizan los materiales en los productos, pueden comenzar a desarrollar nuevos modelos financieros y de producción que utilicen los materiales de manera más eficiente, proceso entendido también como logística inversa, modelos ya utilizados por empresas como Femsa, Bimbo, Pepsico, etc. Es importante considerar que este proceso se vuelve complejo ya que la fuente de materiales ya no será un solo sitio (el de la extracción inicial), sino deberán ser diversos puntos ya que los recursos provendrán de consumidores dispersos geográficamente.

- Diseño de la cuna a la cuna. Los modelos de cadenas de suministros circulares, requieren que las empresas se aseguren de que los nutrientes técnicos destinados a un uso indefinido se puedan reciclar y que los nutrientes biológicos puedan devolverse de forma segura a la biosfera.
- Incremento de la demanda de suministros circulares. La demanda incrementará a medida que los fabricantes se esfuercen por acceder a materiales y energía que sean circulares y menos expuestos a aumentos de precios y volatilidad. Un flujo estable de materiales circulares en equilibrio con la demanda de los mismo, contribuirá al equilibrio de los precios.
- Preferencia de los consumidores por productos circulares. Dependerá de factores como precio, calidad y rendimiento, en medida que se logre una mayor competitividad de las empresas circulares sobre las empresas lineales, se alcanzarán nuevos segmentos de consumidores, favoreciendo el crecimiento de empresas circulares.
- Incremento en la demanda de recursos vírgenes y la disminución de las oportunidades de extracción barata. Este proceso hará que la extracción de recursos vírgenes sea más costosa, por lo que las empresas se verán obligadas a optar por modelos circulares con lo cual tengan asegurado el abasto de materias para su producción a costos competitivos.
- Visión sistémica. El entendimiento sistémico de los efectos ambientales de las empresas en el medio ambiente, las estrategias para hacer más eficientes y dotar de circularidad a las cadenas de valor y las cadenas de suministros, así como las tendencias de consumo y su impacto en los mercados, serán factores claves para las empresas en el futuro.

De acuerdo con Michael Braungart (citado por Lacy y Rutqvist , 2015), las empresas están optimizando las cosas incorrectas, pues su principal enfoque es hacer reducir sus emisiones y aumentando la eficiencia de sus recursos en lugar de diseñar productos que sean funcionales, eficientes y que no estén hechos con materiales que al final de su ciclo de vida útil se convertirán en desechos, por ello, en la mayoría de los casos, se tienen como resultado residuos tóxicos, contaminantes o no reciclables, cosas que no se pueden reutilizar y que tienen un impacto negativo en el medio ambiente (P. 50)

Hasta el año 2015, Lacy y Rutqvist apuntaban a la existencia de más de 120 empresas innovadoras que aplican el pensamiento de la economía circular y las nuevas tecnologías de formas que amenazan seriamente a los operadores tradicionales, desarrollando un tipo de ventaja competitiva denominada por estos autores como "ventaja circular" (P.27).

De acuerdo con el Reporte sobre la Brecha de Circularidad 2019 elaborado por la Plataforma para Acelerar la Economía circular (PACE por sus siglas en inglés) solamente el 9% del mundo se están desarrollando de forma circular. La Fundación Ellen MacArthur, el Foro Económico Mundial, el PNUMA y la ONUDI no cuentan con una base de datos sobre las iniciativas circulares identificadas en la actualidad, usualmente señalan casos de éxito en el mundo. Por otro lado, organizaciones civiles como Greenpeace, ofrecen algunos directorios nacionales de consumo sustentable.

Las empresas tienen una responsabilidad inaplazable en la transformación de sus formas de producción y sus modelos de negocios, definida como Responsabilidad Extendida del Productor, durante este proceso, la competencia no será por ver quién produce más, simplemente porque la escasez de recursos y los problemas ambientales así lo exigen. La competencia en los próximos años debe estar enfocada en el servicio post-consumo, es decir, tendrán la ventaja aquellos que se enfoquen en conservar a los clientes, más que en producir masivamente, los potenciales se pueden resumir en: 1) Crecimiento continuo, sostenido y sustentable; 2) Innovación y ventaja competitiva; 3) Reducción de costos; 4) Reducción en consumo energético y en emisiones de CO₂; 5) Recursos y suministro asegurados.

La necesidad de transformar los modelos económicos y de producción hacia modelos sustentables, continúa siendo todo un reto en la actualidad, sobre todo en el marco de una pandemia global, que exige la reactivación económica del mundo, que prácticamente durante todo 2020, se ha mantenido en una fuerte recesión económica, no obstante, las emisiones de GEI no han presentado niveles significativos de reducción como se exigía con el Acuerdo de París de 2015. Uno de los factores primordiales para la transición a la economía circular serán los gobiernos, pues su papel en la elaboración de políticas públicas y leyes que incentiven esta transición, será sin duda una pieza clave.

3.3.4 El papel del gobierno para incentivar la transición hacia la Economía circular e impulsar el objetivo 12 de los ODS.

Entre las metas propuestas por el Objetivo 12 de la Agenda 2030, son relativas a la participación del gobierno, las siguientes:

12.1 Aplicar el Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, con la participación de todos los países y bajo el liderazgo de los países desarrollados, teniendo en cuenta el grado de desarrollo y las capacidades de los países en desarrollo.

12.7 Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales

12.a Ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles

12.b Elaborar y aplicar instrumentos para vigilar los efectos en el desarrollo sostenible, a fin de lograr un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales

12.c Racionalizar los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles que fomentan el consumo antieconómico eliminando las distorsiones del mercado, de acuerdo con las circunstancias nacionales, incluso mediante la reestructuración de los sistemas tributarios y la eliminación gradual de los subsidios perjudiciales, cuando existan, para reflejar su impacto ambiental, teniendo plenamente en cuenta las necesidades y condiciones específicas de los países en desarrollo y minimizando los posibles efectos adversos en su desarrollo, de manera que se proteja a los pobres y a las comunidades afectadas.

Durante las próximas décadas, los gobiernos necesitarán ser capaces de crear políticas de mitigación y adaptación que garanticen una buena calidad de vida para las poblaciones futuras. Tales políticas gubernamentales deberán ser lo más sólidas posible y serán necesarias para lograr una gobernanza ambiental eficaz y funcional, en aras de alcanzar el desarrollo sustentable, sobre todo, considerando los escenarios proyectados por el IPCC a consecuencia del cambio climático y otras externalidades negativas que ponen el riesgo a las sociedades humanas. De acuerdo con el Libro Blanco de la Gobernanza Europea, la Gobernanza Ambiental se define como:

Reglas, procesos y comportamientos que afectan el modo en que se ejerce el poder [en el campo de las políticas ambientales], se ejerce el poder [en el campo de las políticas ambientales], especialmente en lo que se refiere a la apertura, participación, especialmente en lo que se refiere a la apertura, participación, asunción de responsabilidades, asunción de responsabilidades, efectividad y coherencia (Citado por Montoya, 2016).

A los retos del cambio climático y los problemas ambientales de diversas índoles, se suman otros desafíos como el estrés hídrico, la escasez de alimentos y de recursos, problemas de calidad del aire, cambio en los usos de los suelos, entre muchos otros, propiciados por diversos crecimientos proyectados para las próximas décadas. Habrá que prestar especial atención al crecimiento demográfico, urbano, económico y a la escasez de recursos (Brears, 2018):

El crecimiento demográfico. Se estima que a nivel global en 2040 sean 8.6 billones de personas, 9.8 billones en 2050 y 11.2 billones en 2100. Más de la mitad de las proyecciones de crecimiento demográfico para 2050 se esperan en India, Nigeria, República Democrática del Congo, Pakistán, Etiopía, Tanzania, Estados Unidos, Uganda e Indonesia.

Crecimiento Urbano. Para 2050, se espera que 66% de las poblaciones (2.5 billones de personas) vivan en ciudades, comparado con el 54% actual. Los principales incrementos urbanos se prevén en Asia y África (90%). Asimismo, se espera existan 41 megaciudades (con más de 10 millones de habitantes), comparadas con las 28 catalogadas en 2014.

Crecimiento Económico. Se prevé que la economía mundial crezca en promedio del 3% anual durante el período 2014-2050, lo que dará como resultado que la economía mundial duplique su tamaño para 2037 y casi se triplique para 2050. Las economías emergentes como México e Indonesia incrementarán su poder adquisitivo, con un potencial cambio en los patrones de consumo.

Escasez de recursos y volatilidad de los precios. Se estima que la extracción anual de materiales a nivel mundial alcanzará los 183 mil millones de toneladas en 2050. Durante la primera década del siglo XXI, los aumentos de precios han variado significativamente; por ejemplo, los precios de la energía han aumentado en 190%, los precios de los alimentos y los precios de los materiales en un 135%. La volatilidad de los precios de los alimentos, de las materias primas agrícolas y de los metales también aumentaron en el periodo del 2000 al 2010, y la volatilidad anual promedio de los precios de los recursos fue más de tres veces mayor que en el transcurso del siglo XX. Durante el próximo cuarto de siglo, probablemente habrá escasez relacionada con los recursos debido a una variedad de factores que incluyen un aumento en el número de consumidores de clase media, una mayor demanda de nuevas fuentes de suministro, una extracción cada vez más desafiante y costosa restricciones de países con recursos escasos o estratégicos. (Brears, 2018, P. 9)

El papel del gobierno es fundamental para favorecer la transición económica de un modelo lineal a un modelo circular, y el punto focal debe ser entender los beneficios comparativos y no ver con recelo esta necesidad de transformación. A este respecto, Brears (2018) resume las diferencias entre la economía lineal y la economía circular (Cuadro 14) en términos de políticas públicas.

Cuadro 14. Diferencias de la economía lineal con respecto a la economía circular, desde la perspectiva política.	
ECONOMÍA LINEA	ECONOMÍA CIRCULAR
Dependencia del sistema de producción existente. Existe un fuerte vínculo entre la producción masiva de bienes y el enfoque en reducir costos y hacer que la producción sea lo más eficiente posible, lo que a menudo resulta en menores costos laborales y menos creación de empleo.	Más enfoque en facilitar una fuerza laboral calificada. Las actividades más localizadas y basadas en servicios requieren una fuerza laboral calificada pero asequible.
Campo de juego mundial. La competencia por factores económicos en el mercado internacional dirige las políticas sociales y ambientales a nivel nacional.	Menor riesgo de subcontratación de trabajos. Dado que la producción utiliza activos locales, hay menos probabilidades de subcontratación, lo que elimina el incentivo para las políticas sociales y ambientales de "carrera hacia el fondo".

<p>Equilibrar la protección del consumidor con los intereses económicos. La protección de la salud y la seguridad del consumidor es principalmente reactiva y está orientada a proteger los intereses económicos existentes, como sucede con los ingresos por impuesto al valor agregado.</p>	<p>Facilitar servicios seguros y saludables con regulación. Dado que la salud y seguridad del consumidor son incentivos comerciales para un desempeño de alta calidad, las políticas se enfocan en este tipo de servicios.</p>
<p>Acción motivada por preocupaciones ambientales o de salud. No existe un incentivo inherente para regular la fase de desperdicio de los productos. Solo cuando surgen preocupaciones ambientales o de salud relacionadas con los desechos, se toman medidas reglamentarias para minimizar los actos de impacto negativo.</p>	<p>Facilitación de la gestión del final de la vida útil. Las reglas de responsabilidad ampliada del productor crean incentivos para que las empresas internalicen la gestión de los productos al final de su vida útil. Los gobiernos proporcionan infraestructura básica y medidas fiscales para apoyar la logística inversa.</p>
<p>Fuente: Brears, Robert C. 2018. Natural Resource Management and the Circular Economy. P. 21</p>	

La política ambiental debe entenderse como el conjunto de actividades y procedimientos con los que diferentes niveles competenciales y organizativos, del Estado o de las empresas y organizaciones no gubernamentales, buscan la protección del medio ambiente y la conservación de la naturaleza. (Pérez, 2011, P. 88) Los gobiernos adquieren un papel central en la creación de políticas ambientales que favorezcan la transformación de los procesos industriales, adicional, fungen un papel importante como agentes mediadores del mercado incentivando el consumo de productos circulares.

Generalmente las regulaciones políticas se piensan teniendo en consideración los impactos que estas puedan tener a corto y mediano plazo sobre la inversión extranjera, sobre el desarrollo económico local, regional y nacional, sobre el número de empleos a generar, y otras cifras macro y microeconómicas, perdiendo así oportunidades potenciales de crear modelos de negocios y económicos, con un menor impacto ambiental y sin perder competitividad.

De acuerdo con Robert C. Brears (2018) las estrategias gubernamentales pueden tener diferentes enfoques para favorecer la transición hacia la economía circular, las medidas pueden ser fiscales o no fiscales, tal como se resume en la Figura 6. La combinación de varias de ellas puede acelerar dicha transición, y su implementación estará condicionada por las capacidades económicas, políticas y sociales, así como agentes de presión y actores relevantes.

Figura 6. Herramientas fiscales y no fiscales para la promoción de la economía circular.



Fuente: Brears, Robert C. 2018. Natural Resource Management and the Circular Economy.

El enfoque de atracción a la inversión extranjera también debe cambiar, usualmente se obstaculizan las inversiones ambientales debido a que los costos y beneficios ambientales van de mediano a largo plazo, pero los mandatos políticos usualmente son cortos; dificultades prácticas en la evaluación de costos y beneficios ambientales; la naturaleza transnacional de varias externalidades ambientales, que hace que la identificación de responsabilidades nacionales y las soluciones locales sean ambiguas sin la coordinación de esfuerzos internacionales; además los inversionistas privados son disuadidos de hacer inversiones a largo plazo en capital natural debido al carácter público de esos bienes y la carencia de arreglos de derechos de propiedad, haciendo que los beneficios de esas inversiones sean difíciles de asegurar; en cambio, favorecen las inversiones en actividades que generen ingreso rápidamente pero con alto impacto ambiental. (Constanza en Bronw *et. al.*, 1994)

La creación de políticas y legislaciones ambientales también implica un proceso de negociación, donde convergen diversos intereses, sean éstos legítimos o no, donde además la mayor participación de la sociedad civil y de los empresarios, son factores de presión que pueden aletargar avances en materias ambientales. (Pérez, 2011, P. 6) Pese a ello, varios países alrededor del mundo han dado pasos significativos para lograr la transición hacia la economía y cuenta ya con legislaciones, programas nacionales y proyectos. China, Alemania y Japón se consideran como los países pioneros, sin embargo, mediante el apoyo de diversas organizaciones y de la propia cooperación entre los gobiernos para compartir buenas prácticas en materia de economía circular, este término tiene cada vez mayor alcance e impacto en las formas de producción y consumo, tal como se resume en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Legislaciones, políticas y programas de economía circular en el mundo.	
PAÍS	TIPO DE LEGISLACIÓN
China	<p>Aunque la Ley de Promoción de Economía circular entró en vigor en 2009, el concepto fue promovido desde 2002 por la Administración Estatal de Protección Ambiental. En 2004 se nombró a la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma como la encargada de su promoción e implementación, ese mismo año se presentaron ocho iniciativas: 1) iniciación del procedimiento legislativo; 2) proyectos piloto; 3) aplicación de instrumentos económicos, 4) esfuerzos de investigación y desarrollo (I + D); 5) reestructuración industrial; 6) indicadores de desempeño; 7) mecanismo de financiación, y formación; y, 8) educación. En 2005, se tenían los primeros proyectos pilotos que contemplaban 56 empresas (en 2007 se contaban ya 178 empresas), 13 parques industriales, 7 provincias, 5 ciudades y 1 pueblo. (Ogunmakinde, 2019)</p> <p>Esta ley se compone de siete ejes: (1 organizar programas de reciclaje y mejorar parques industriales; (2 promover centros nacionales de demostración en programas de “minería urbana” a modo de prueba, donde los recursos de los desechos de la cocina se recuperan y manejan de manera adecuada; (3 promover la industria de remanufactura; (4 formular políticas que apoyen la financiación y la inversión de proyectos de la economía circular; (5 promover y concienciar al público sobre la economía circular; (6 establecer un programa de financiación para proyectos piloto de demostración con ayuda del gobierno central para la promoción de la economía circular; (7 elaborar un plan de desarrollo integral de economía circular que</p>

	<p>incluya la producción, distribución y consumo de materiales remanufacturados a todos los niveles para todas las empresas, parques industriales y ciudades. (Ley de Promoción de Economía circular, 2008).</p> <p>Otras leyes y políticas habilitadas para la implementación de la economía circular en China, son: Ley de promoción de la producción más limpia de (2002), Métodos de auditoría y revisión de producción más limpia (2004), Ley de contaminación ambiental de residuos sólidos (2004), Ley modificada sobre prevención y control de la contaminación de residuos sólidos (2005), Ley reformada de prevención y control de la contaminación ambiental por residuos sólidos (2016) Ley del Impuesto de Protección Ambiental (2018), Ley de conservación de energía (1997), Plan de mediano y largo plazo para la conservación de energía (2005), Ley de energías renovables (2005). (Ogunmakinde, 2019). En febrero de 2019, el gobierno anunció el Plan de Trabajo para el Programa Piloto de "Ciudades Cero Residuos". (Renault <i>et al.</i>, 2019)</p>
Alemania	<p>En 1971, el gobierno federal desarrolló un plan de acción integral y un programa ambiental con principios rectores de protección preventiva del medio ambiente, responsabilidad causal y cooperación, el cual condujo a la Ley de Eliminación de Desechos de 1972. En 1994 se incorporó un modelo de desarrollo sostenible a la constitución alemana y se adoptaron leyes en ese sentido: Ley de Planificación Regional y el Código de Construcción (1998), Leyes Especiales de Conservación de la Naturaleza, Energía Renovable y regulaciones de ahorro de energía, así como, la Ley de Información Ambiental. El parlamento alemán aprobó la ley sobre "<i>kreislaufwirtschaft</i>" (economía circular) en 1996, diseñada para la eliminación de desechos basándose en la jerarquía de eliminación de desechos y el reciclaje de circuito cerrado, además, transfiere la responsabilidad del producto a los productores, lo que significa que sus productos deben diseñarse para minimizar el desperdicio, garantizar la recuperación y reutilización tanto en la producción como en el uso. (Ogunmakinde, 2019).</p> <p>Las leyes en materia de economía circular diseñadas en Alemania, incluyen: Ley de Eliminación de Desechos (1972), Ley Federal de Control de Emisiones (1974), Responsabilidad del Productor por los Residuos De Envases (1991), Ley de Ciclo Cerrado de Sustancias y Gestión de Desechos (<i>kreislaufwirtschaft</i>) (1996), Ordenanza sobre Baterías (1997), Ordenanza sobre Residuos Biológicos (1998), Ordenanza de Embalaje (1998), Ley de Energías Renovables (<i>Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG</i>) (2000), Ordenanza sobre Almacenamiento Ambientalmente Compatible de Desechos de Asentamientos Humanos (2002), Ley de Vehículos al Final de su Vida Útil (2002), Ordenanza sobre la Gestión de los Desechos de Madera (2002), Ordenanza sobre Vertederos (2002), Ordenanza sobre la Gestión de Residuos Municipales de Origen Comercial y Determinados Residuos de Construcción y Demolición (2002), Ordenanza sobre Estiba (2002), Ordenanza sobre Almacenamiento de Residuos (2005), Ley de Equipos Eléctricos y Electrónicos (2006), Ley de Economía circular (<i>kreislaufwirtschaft gesetz KrWG</i>) (2012), Ley de Energías Renovables Modificada (2017). (Ogunmakinde, 2019).</p>
Japón	<p>La implementación de la economía circular en Japón está reglamentada por la Ley sobre la Promoción de la Recolección Separada y el Reciclaje de Envases y Embalajes (2000), aunque tiene sus orígenes en la Ley para la Eliminación de Residuos (1970). El enfoque usado por Japón para la implementación es jerárquico, es decir, de legislaciones nacionales, hacia lo local. Las estrategias japonesas están fundamentadas en la sinergia entre los actores claves en tres niveles: 1) empresas; 2) parques industriales (simbiosis industrial); 3) sociedad del reciclaje.</p> <p>El funcionamiento de la economía circular se desarrolló de tal manera que los materiales o productos antiguos se pueden recolectar fácilmente; el costo de devolución y recuperación se ha agregado al costo de un producto cuando es nuevo y todas las empresas se ven obligadas a reciclar sus productos. Las leyes que respaldan el modelo circular en Japón, son: Ley de Eficiencia de Recursos (1991), Ley Ambiental (1993), Ley de Recogida Selectiva y Reciclaje de Envases y Embalajes (1995), Ley especial de ciclo de máquinas domésticas (1998), Ley de Sociedad del Ciclo de los Materiales Sólidos (2000), Ley de Reciclaje de Construcciones de Edificios (2000), Ley de Medidas Especiales para el Adecuado Manejo de los Residuos de Bifenilos Policlorados (2001), Ley de Reciclaje de vehículos (2002), Ley de Sociedades Basadas en el Reciclaje (2002), Revisión de la Ley de Gestión de Residuos (2010), Ley de Reciclaje de Pequeños Electrodomésticos (2013),</p>

Canadá	<p>El marco estratégico y de políticas existente a nivel federal y provincial en Canadá tienen un fuerte enfoque hacia regulaciones que favorezcan la creación de Ecoparques Industriales, enmarcados dentro de la simbiosis industrial. Lo principales fundamentos legales que usa Canadá en la promoción de la economía circular son: 1) Plan Asegurar Nuestro Futuro Juntos; 2) Plan de Negocios y Estrategia de Desarrollo Sostenible; 3) Estrategia de Desarrollo Sostenible; 4) Ley de Protección Ambiental Canadiense Renovada y Manejo de Tóxicos; 5) Estrategia federal de prevención de la contaminación. (El-Haggar, 2007)</p>
Unión Europea	<p>Desde la década de 1990, en la Unión Europea se ha trabajado en el desarrollo de políticas que apoyen la transición hacia la economía circular: (El-Haggar, 2007). Desde el Parlamento y el Consejo Europeo, se han promovido modificaciones a Directivas relacionadas a la gestión de residuos, entre ellas: Directiva 2008/98 / sobre residuos; Directiva 1999/31 / sobre el vertido de residuos; Directiva 94/62 / sobre envases y residuos de envases; Directivas 2000/53 / sobre vehículos al final de su vida útil, Directiva 2006/66 / sobre baterías y acumuladores y pilas y acumuladores de desecho, y Directiva 2012/19 / UE sobre residuos equipos eléctricos y electrónicos.</p> <p>En julio de 2014, la Comisión Europea presentó un paquete inicial de economía circular. En diciembre de 2015 la Comisión presentó un plan de acción para la economía circular. (Ogunmakinde, 2019).</p> <p>La Unión Europea cuenta una Hoja de Ruta Europea para la Eficiencia de Recursos y a nivel nacional, cada país cuenta con sus propias legislaciones, programas de economía circular, medidas fiscales, y estrategias de transición hacia esta forma de producción. A nivel global cuentan con diferentes estrategias de cooperación y alianzas con distintos actores para promover e incentivar la economía circular.</p>
Australia	<p>Australia del Sur ha promovido el Programa de Liderazgo Global sobre Economía circular, una iniciativa de Green Industries SA y el Centro de las Naciones Unidas para el Desarrollo Regional. El Gobierno de Nueva Gales del Sur está invirtiendo alrededor de 920 000 euros para establecer una Red de Innovación en Economía circular, coherente con su Política de Economía circular. Las estrategias de promoción incluyen también subvenciones para infraestructura de reciclaje.</p>
Corea del Sur	<p>Con una economía basada fuertemente en la electrónica, ingeniería automotriz y tecnología en general, Corea del Sur ha establecido cinco programas para resolver el tratamiento masivo de residuos de ingeniería electrónica y reducir sus impactos ambientales: 1) Sistema de gestión de objetivos: Establece los objetivos de reducción para las empresas en varios campos como, energía, fabricación, construcción, gestión de residuos y transporte. A falta de cumplimiento de la meta se cobra una multa; 2) Programa de eficiencia de recursos: intenta convertir sustancias en energía equivalente; 3) Programa de recuperación de energía: reducir la intensidad de carbono y de ser posible recuperar energía de los residuos; 4) Programa de tecnología de reciclaje: desarrollo de tecnología de reciclaje avanzada; 5) Sistema de comercio de emisiones: un mecanismo de precios de mercado para lograr reducción de las emisiones de GEI. (Renault <i>et. al.</i>, 2019)</p> <p>Las medidas recientes para promover el reciclaje en Corea del Sur incluyen tasas objetivo de recuperación, extensión de las listas de responsabilidad de los productores, distribución de las responsabilidades de los distribuidores y productores y el fortalecimiento de los sistemas de reciclaje locales. Desde 2010, se comenzaron a otorgar Certificados Verdes a industrias, proyectos y tecnologías calificados. Las empresas, los proyectos y las tecnologías ecológicos se financian con productos financieros ecológicos, y la participación de la inversión financiera ecológica representa más del 60% de las empresas y proyectos ecológicos. Los productos financieros ecológicos también ofrecen concesiones fiscales, y los dividendos y los intereses sobre los productos financieros ecológicos son elegibles para un incentivo libre de impuestos. (Renault <i>et. al.</i>, 2019)</p> <p>También se han impulsado fuertemente los parques eco industriales mediante el Plan Maestro Nacional de Parques Eco industriales, y se estima que gracias a una inversión gubernamental de 13.2 millones de euros, las empresas del parque han redujeron sus emisiones de CO2 en 2015-2016 en 665.712 toneladas, reutilizaron 79.357 toneladas de agua y ahorraron 279.761 toneladas de petróleo equivalente en uso energético. (Renault <i>et. al.</i>, 2019)</p>

Taiwán	Las estrategias de economía circular de Taiwán, se pueden analizar desde tres etapas. 1) 1950-1990. Implementación de agricultura orgánica mediante la recuperación de residuos, además de la creación de la Ley para la Disposición de Residuos (1974), orientada más al proceso de saneamiento que a crear ciclos de circulación para los residuos. 2) 1980-2015. Implementación de la estrategia de gestión de 3R y producción limpia, es ese sentido se creó la Ley para el Reciclaje de Recursos (2002), la Política para Ciencia Ambiental y Parques Tecnológicos (2002), la Ley para Reúso y Reciclaje de Recursos (2013). 3) 2000-2050. Mediante la transformación de la Agencia de Protección Ambiental a Ministerios de Medio Ambiente y Recursos, la estrategia de gestión 3R se amplió a 6R: 3R más recuperación de energía y tierra, integrando conceptos de recuperación y rediseño. (Renault <i>et. al.</i> , 2019)
India	Ley de responsabilidad ampliada del productor sobre residuos electrónicos (2016), Política sobre reutilización del agua en Maharashtra: reutilización de las aguas residuales tratadas para enfriar centrales eléctricas térmicas, sirven a polígonos industriales y otros fines no potables, Normas para el Manejo de Residuos Sólidos (2016). La cooperación internacional es muy importante para India, y cuenta con alianzas con la UE en tecnología del agua: investigación e innovación. (Renault <i>et. al.</i> , 2019)
Colombia	Desde 2018 cuenta con la Estrategia Nacional de Economía circular que sirve de base para mejoras en los próximos años. A partir de ahora, la mayoría de los enfoques relacionados con la economía circular en Colombia se refieren a residuos cero y responsabilidad ampliada del productor (EPR) (incluida la Ley 1672 de Responsabilidad Extendida del Productor en desechos electrónicos) y la configuración de sistemas de recogida e instalaciones de reciclaje para diferentes tipos de residuos. Existe experiencia local en economía circular a través del Centro Nacional de Producción Más Limpia (NCPC), la Red de Ciclo de Vida de Colombia y la Red de Empresas Sostenibles (REDES-car). (Renault, 2019)
Ecuador	Los enfoques relacionados con la economía circular desarrollados e implementados en su mayoría se refieren a una estrategia cero residuos, particularmente se cuenta con Ley Nacional de Residuos y la Ordenanza 2018 para regular los plásticos de un solo uso en Guayaquil. Ecuador cuenta también con el Marco institucional para incentivos ambientales, Programa Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIDS). Otras estrategias incluyen la cooperación con WWF para lograr eficiencia de recursos en el sector pesquero, e incluso existe la experiencia de la Universidad de Cuenca con un proyecto de economía circular lanzado recientemente. (Renault, 2019)
Uruguay	La necesidad de transformar las formas de producción y consumo, se vieron materializadas en la propuesta de Ley sobre Economía circular Sostenible en 2017. Dos años después, comenzó la implementación Plan Nacional de Acción de Economía circular y se creó el Comité Nacional de Economía circular.
Argentina	Su enfoque legislativo prioriza la gestión adecuada de los residuos domiciliarios. También cuentan con un Plan Nacional de Economía circular de Residuos y dentro de este, se cuenta con el Plan Estratégico Provincial de Gestión de Residuos hacia la Economía circular.
México	Desde 2003 México cuenta con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos (LGPGIRS) donde ya se incluyen actividades de prevención de la generación de RSU, la valorización la gestión integral de los residuos (incluidas peligrosos y de manejo especial); así mismo se reconoce el principio de Responsabilidad Extendida a los Productores. En febrero de 2019, la SEMARNAT anunció una nueva estrategia federal denominada “Visión Nacional Cero Residuos”, la cual busca la transición plena de México hacia la economía circular, mediante la colaboración del sector privado y el público. En octubre de 2019 se presentó una iniciativa para crear la Ley General de Economía circular. En la actualidad se cuenta con un Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, donde se establecen algunas estrategias para reducir la contaminación y buscar la máxima recuperación y aprovechamiento de los residuos.
Elaboración propia a partir de diversas fuentes: El-Haggar (2007), Renault <i>et al.</i> , (2019) Ogunmakinde (2019).	

La Agenda 2030 propone que las transformaciones y los cambios deben tener un enfoque de lo local a lo global, garantizando así transformaciones progresivas y en cascada, por ello, es que los gobiernos locales juegan un papel muy importante. Las estrategias de los gobiernos locales, especialmente de las ciudades, deben estar enfocados según sus capacidades administrativas y presupuestarias.

Los gobiernos de las ciudades buscan desvincular el crecimiento económico del uso de recursos naturales y los impactos ambientales pueden perseguir estrategias absolutas o relativas. Desacoplamiento absoluto, más adecuado para los países desarrollados, se centra en los residuos prevención, recuperación de recursos de alto valor, recurso circular flujos y ajuste de las normas sociales. Desacoplamiento relativo, más adecuado para los países en desarrollo, se centra en mejorar eficiencias de recursos mientras continúa el consumo neto aumentar hasta lograr una calidad de vida socialmente aceptable alcanzado. Cada estrategia requiere una combinación de recursos mejoras de productividad, mayor uso de energía limpia y reutilización de residuos. (FEM, 2018)

Otro de los enfoques básicos, es eliminar las subvenciones que fomentan el uso desmedido de recursos o consumo de energías no renovables. Tradicionalmente el enfoque gubernamental es la creación de tarifas para incorporar externalidades en los mecanismos de fijación de precios, ya sea mediante la imposición de cargos sobre recursos escasos o definitivamente la restricción de su explotación; cuotas de acuerdo al volumen de residuos que genera una empresa y para los cuales no tienen un plan de manejo post-consumo; cuotas por el desagüe de aguas industriales no tratadas; entre otros, no se trata de una afrenta entre el gobierno y las empresas, por el contrario, se trata de aprovechar la responsabilidad extendida del productor (EPR) para alentarlos a innovar.

En términos de estrategias fiscales y de acuerdo con el PNUMA (2018), un impuesto al carbono de 70 dólares por Ton de CO₂, además de las medidas existentes, podría reducir las emisiones en un 10% en algunos países, y en otros incluso el 40%, además, para las economías emergentes y en desarrollo, un impuesto adicional al carbono podría generar el equivalente al 2% del producto interno bruto (PIB) en ingresos públicos. En el [Anexo 19](#), se incluyen algunos ejemplos de medidas fiscales y no fiscales aplicadas en varias ciudades del mundo en virtud de favorecer la economía circular.

Para entender los beneficios y ventajas de la economía circular, y sobre todo evaluar su verdadero impacto en la economía, la sociedad y el medio ambiente, se debe contar con un diagnóstico inicial para poder efectuar una evaluación. Para ello, se necesita contar con bases de datos fehacientes y actualizadas, registros de empresas participantes y sus avances, autorizaciones y/o certificaciones, se debe procurar la transparencia sobre los logros, o en su defecto las áreas de oportunidad, la transición a la economía circular es un proceso que requiere la participación y sinergia de las empresas, los gobiernos y la sociedad, de otra forma no sucederá.

En este sentido Salah El-Haggar (2007) señala:

El combustible para la reforma ambiental es la conciencia y la interacción [...] Los miembros de la sociedad deben interactuar y cooperar juntos para lograr la reforma ambiental; de manera similar, los países desarrollados y en desarrollo deberían cooperar entre sí para eliminar la degradación ambiental en el mundo. Deben iniciarse programas conjuntos y proyectos de investigación para desarrollar tecnologías más respetuosas con el medio ambiente y técnicas innovadoras para la gestión de recursos y desechos. El intercambio de conocimientos y recursos fortalecerá el vínculo entre las diferentes sociedades y promoverá la reforma social y cultural. (P. 137)

Precisamente el fortalecimiento de las instituciones es reconocido como el objetivo 16 de los ODS (Paz, Justicia e Instituciones sólidas), no obstante, además de contar con legislaciones, medidas fiscales y no fiscales, es muy importante la cooperación internacional, tanto financiera, como de buenas prácticas, algo señalado en el Objetivo 17 de la Agenda 2030, Alianzas para lograr los objetivos. Las alianzas son fundamentales para lograr que cada vez más países, empresas, organizaciones y las personas en general se transiten hacia la economía circular. En la actualidad existen alianzas regionales como la Alianza Africana de Economía circular (Nigeria, Ruanda, Sudáfrica y sus socios) y el Foro Latinoamericano de Economía circular (Uruguay, Paraguay, Argentina, Chile). Organizaciones internacionales como ONUDI, PNUMA, ONU, trabajan sinérgicamente con otras como el Foro Económico Mundial, con la Fundación Ellen MacArthur, con la Unión Europea, y con países miembros de la OCDE para promover e incentivar la implementación de modelos de producción circulares.

CONCLUSIONES

1. Las Revoluciones Industriales fueron favorecidas por diversos factores, entre ellos, inventos como la máquina de vapor que favorecieron la creación de procesos de producción más ágiles, rápidos y rentables; el uso de fuentes de energía más potentes (petróleo); pero, sobre todo, un constante y cada vez más acelerado desarrollo científico y tecnológico. Todo ello provocó cambios en las relaciones económicas, políticas y sociales, abriendo paso a fenómenos como: la urbanización y el crecimiento exponencial de las urbes, la producción en masa y la consolidación de monopolios, la lucha por los mercados y por los recursos, así como, la lucha por el liderazgo político en la escena internacional, y la globalización. Todas esas transformaciones también causaron cambios en el medio ambiente de forma negativa, generando altos niveles de contaminación,

2. Las transformaciones económicas, políticas, sociales y ambientales derivadas de las Revoluciones Industriales, han traído tanto beneficios como afectaciones. En la actualidad existen muchas evidencias científicas que demuestran los efectos adversos de la industria en el medio ambiente, siendo el cambio climático la crisis de mayor magnitud. La preocupación sobre los problemas ambientales crece en medida que las poblaciones humanas se hacen más vulnerables a sus efectos: mayor intensidad de los días calurosos; incremento y mayor intensidad de las sequías y en otros lugares el efecto opuesto; incremento y mayor intensidad de las precipitaciones; incremento en el nivel de mar y riesgo de desaparición de países insulares y regiones costeras; escasez de recursos como agua y sus efectos en la salud; incremento de las enfermedades propagadas por vectores (moscos y otros insectos), entre muchas otras. Precisamente el encontrarnos en situación de riesgo ha impulsado a todos los actores a buscar soluciones y crear modelos de desarrollo con menor impacto ambiental.

3. En la actualidad, son múltiples las plataformas, los mecanismos, las organizaciones, las empresas, los gobiernos y los individuos que buscan lograr el equilibrio entre lo social, lo económico y lo ambiental, ejes fundamentales del Desarrollo Sustentable. La Agenda 2030 es la materialización de muchos de los esfuerzos globales por incorporar la dimensión ambiental en la agenda internacional, y, gracias a su carácter transversal, multidisciplinario y sistémico, puede ser acogida en el seno de los gobiernos nacionales para su consecución.

Ha sido fundamental la participación de la sociedad civil, la academia, los gobiernos y las empresas, y pese, a que los resultados esperados en torno a la reducción de emisiones de GEI, no han sido concisos, son especialmente importantes los precedentes asentados a partir de: la Cumbre de Estocolmo (1972), la creación de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD) en 1983, la Cumbre de Río de Janeiro (1992) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC); el Protocolo de Kioto (1997); y, la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas (2000) de donde surgieron los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM), que sirvieron como fundamento para la creación de los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS) en 2015.

4. La sociedad de riesgo en que nos encontramos inmersos, las irrefutables evidencias científicas sobre los efectos del cambio climático y sus causas, así como, la dilución de las barreras físicas favorecida por los avances en las comunicaciones, se han traducido en un creciente interés por incorporar el desarrollo sustentable como una guía que nos permita garantizar la subsistencia y una buena calidad de vida en el futuro. La economía circular está teniendo mayor difusión gracias a este contexto, su carácter transformador busca desencadenar reflexiones y acciones en los consumidores sobre su consumo, creando así consumidores más conscientes de su impacto ambiental, y al mismo tiempo, convirtiéndolos agentes de cambio económico capaces de exigir que las empresas tengan prácticas ambientales sustentables y comprobables, lo cual los puede llevar a condicionar su compra sólo de productos que realmente tengan esa visión. La función de los consumidores también debe ser exigir acciones gubernamentales en favor de políticas más exigentes para que las empresas cumplan el principio “el que contamina paga”, logrando que acaten la responsabilidad empresarial extendida. Por otro lado, la transformación de la organización económica es impulsada por los propios agentes económicos, las empresas tienen la oportunidad de crear cambio en el mercado al innovar, obligando a otras empresas a hacer lo mismo, con el fin de mantener la competitividad en el mercado y alcanzar a consumidores que buscan opciones circulares, e inclusive a aquellos que no lo hacen. Todo lo anterior favorece que los gobiernos consideren esta forma de producción y consumo circular, como el camino óptimo para alcanzar el desarrollo sustentable e incidir voluntaria o involuntariamente en la transformación legal.

5. La economía circular se está implementando en muchas partes del mundo y está alineada perfectamente con las metas perseguidas por el objetivo 12 sobre Producción y Consumo Responsable, aunque no se limita solo a este objetivo, pues se relaciona con otros objetivos de la Agenda 2030. Lo novedoso de la economía circular actualmente, es su búsqueda por incidir en esa modernidad fraguada por modalidades de producción y consumo masivas, que agotan los recursos dentro de la falacia moderna universal de que los recursos son ilimitados. No significa esto, que la Economía Circular sea una fórmula mágica para resolver los problemas ambientales acumulados a lo largo de tres siglos que nos preceden, sin duda existen otras formas de desarrollo en armonía con la naturaleza (ecodesarrollo, por ejemplo), el problema es que cerca del 70% de la población se encuentra en las ciudades, viviendo los esquemas sociales, las pautas culturales (consumismo), económicas (producción en masa y acumulación de riqueza). Precisamente la economía circular está planteada en el marco de un sistema económico capitalista y neoliberalista, donde los mercados ejercen su influencia en la constitución de las sociedades humanas y tiene la posibilidad de alterar el entorno. No sólo se trata de alcanzar sociedades con cero residuos, reducir la emisión de GEI a la atmósfera, reducir la contaminación hídrica por desagüe de aguas industriales, mejorar la calidad del aire, entre muchos otros, el objetivo principal es transformar las modalidades de consumo, sea este o no, un proceso voluntario, puesto que, sin importar si aceptan o no la economía circular, al estar inmersos en un sistema basado en la misma, inevitablemente serán partícipes de ello.

RECOMENDACIONES FINALES

1. Uno de los principales retos para lograr la transición hacia esta economía es: la resistencia e incapacidad de las grandes empresas multinacionales de adaptarse a esta forma de producción, pues requiere cambios en la línea de producción, en la infraestructura, pero esencialmente en la estructura empresarial y el esquema de negocios, es decir, inversión y cambios en la forma de pensar la producción y la comercialización, cambiar de modelos lineales de extracción-producción-consumo-desecho, por modelos cíclicos. Para afrontar este reto se requiere contar con expertos que puedan apoyar en el diseño de soluciones, no de forma confrontativa, sino mediante el diálogo, y fomentando así, cambios en las industrias. Existen muchas industrias con altos impactos ambientales, cuyas alternativas circulares son limitadas, como sucede por ejemplo con la industria química, la construcción, la industria farmacéutica, la industria electrónica y eléctrica, o la aeronáutica, donde en los próximos años será indispensable contar con profesionales orientados hacia la implementación de la economía circular. Por ello, la formación profesional con esta orientación, será un factor clave para que la denominada cuarta revolución industrial, no se convierta en una época más de la destrucción ambiental.

2. La necesidad de cambio es inminente y urgente, no debe ser definida por periodos gubernamentales, por intereses particulares que se sobrepongan al máximo interés general que es el bienestar, no debe ser aplazable en espera de alguien más que tome la decisión, que lidere el cambio. Las sendas del desarrollo están delimitadas por la agenda 2030, sin embargo, su implementación se limita cuando los tomadores de decisiones, los creadores de políticas y las instituciones, no integran sus actividades en el marco de la Agenda 2030, ya sea por temor a la reacción de los grupos empresariales que se pueden ver afectados, o por desconocimiento y apatía respecto a la crisis ambiental. Las transformaciones estructurales que se necesitan para caminar en la senda del desarrollo sustentables requieren también un profundo cambio de mentalidad, enfatizando que, aquellos que tomen las decisiones hoy, serán los héroes del mañana. La sensibilización, difusión y educación orientadas en términos del desarrollo sustentable será clave para formar profesionales, tomadores de decisiones, investigadores, científicos y, sobre todo, seres humanos, que entiendan el desarrollo a partir del equilibrio social, ambiental y económico.

4. En cuanto a los retos a que se enfrenta la economía circular (barreras institucionales, sociales, financieras y técnicas), durante los próximos años la propia dinámica y el incremento de los actores (gobiernos, empresas, ONGs, e individuos) que participan en la promoción e implementación de este término serán claves para reducir las incertidumbres, el miedo al cambio y eventualmente eliminar esas barreras. La transformación ya se está dando en diversas partes del mundo, y aunque en la actualidad las estimaciones apuntan a que solo el 9% del planeta está usando esta filosofía de producción y consumo, durante los próximos años sin duda el alcance de la economía circular será mayor, y beneficiará no sólo a quienes la pongan en marca, sino principalmente al planeta.

5. Las Relaciones Internacionales como disciplina se ha transformado para buscar una aproximación adecuada a la realidad internacional, más allá del mero estudio de la guerra o la paz. La consagración de la paz, requiere comprender factores no solamente políticos, sino que está determinada en gran parte por factores sociales, culturales, fenómenos como la desigualdad, la pobreza, el subdesarrollo, el hambre, el agotamiento de recursos y los desequilibrios ecológicos, entre otros. La existencia de tales fenómenos no solo vulnera los derechos humanos, si no que ponen en riesgo el orden y la paz, dando paso al caos dentro de la organización social, lo cual se puede ver traducido en conflicto. Precisamente, el último objetivo de la agenda (alianzas para la paz) requiere contar con profesionales en las relaciones internacionales que tengan muy presente el enfoque del desarrollo sustentable, ya que la cooperación internacional, y las diversas plataformas multilaterales en el mundo, serán claves para seguir impulsado las acciones en favor de la protección ambiental.

ANEXOS

Anexo 1. Factores que favorecieron la industrialización de Francia, Alemania, Estados Unidos y Japón en el siglo XIX

FRANCIA	ALEMANIA	ESTADOS UNIDOS	JAPÓN
<p>1789. Tiene lugar la modernización de las estructuras francesas como resultado de la Revolución Francesa. La nobleza y el clero renuncian a los privilegios feudales, incluyendo la exención de impuestos y los derechos de trabajo servil.</p>	<p>1789. La Revolución Francesa influyó la modernización de las estructuras sociales alemanas. De 1806 a 1821 tuvieron lugar una serie de reformas que, sin embargo, no se tradujeron en la unificación de los reinos y señoríos de Alemania, lo que parecía un obstáculo a la industrialización.</p>	<p>1669. La Ley de Lanás impuesta por Inglaterra prohibió la exportación de textiles (no la producción), por lo que antes de ser independientes, los EU contaban con varias industrias manufactureras competitivas y una fuerte marina mercante, utilizada para proveer a las colonias antillanas durante las guerras en Europa.</p>	<p>1864. La presión del sistema económico mundial y el decadente shogunato Tokugawa (S. XVI), provocaron la apertura de Japón.</p> <p>El comodoro Perry llegó con la orden de abrir Japón. Se firmaron los <i>tratados desiguales</i> que dieron concesiones privilegiadas a Inglaterra, Francia y otros países extranjeros.</p>
<p>1789. La Declaración de los Derechos del hombre y del Ciudadano, consagra la igualdad ante la ley y el derecho de propiedad.</p> <p>Tiene lugar una Reforma Institucional y se dota a Francia de una legislación uniforme.</p>	<p>1816. Traslado de líneas aduaneras a las fronteras de Prusia.</p> <p>1818. Se instaura arancel único en Prusia. En 1819 se unifica el sistema aduanal.</p> <p>1823. Se integran algunos principados al sistema aduanal de Prusia.</p>	<p>1776. Independencia de EU. En 1788 es aprobada la Constitución y formaliza la unificación de las colonias.</p> <p>Los estados sureños de EU se consolidan como proveedores de materias primas, como el algodón (donde empleaban esclavos)</p>	<p>1868. El descontento japonés hacia el shogunato llevó a la Restauración Meiji, proceso que buscaba impulsar la modernización de Japón, incorporándose así a la industrialización</p>
<p>1850. Toma fuerza la industrialización francesa mediante la superación de obstáculos como: la falta de instituciones de crédito y de inversiones, crece el sistema ferroviario, se incrementa la oferta laboral, crece la demanda a la industria pesada y se integra el mercado interno, y junto a todo lo anterior, la introducción de mejoras en la producción y mayor eficiencia energética.</p>	<p>1840. Crecimiento de la red ferroviaria, impulso a la industrialización, se unifica el mercado interno, crece la demanda de la industria, se crean industrias química, eléctrica y automotriz. Todo favorecido por la simbiosis entre banqueros y empresarios industriales.</p> <p>Con la unificación política de 1871 se liberaliza el comercio, el tránsito de personas, y se emite una moneda única con base en el patrón oro.</p>	<p>1860. Incremento de las vías férreas para transportar materias primas y bienes producidos; integración de innovaciones tecnológicas importantes; 1) fabricación de partes estandarizadas (intercambiables) y 2) la producción continua.</p> <p>La diversificación industrial (sobre todo en el norte) abarcó armas, relojes, textiles, etc., posicionando al país como potencia a mediados del siglo XIX.</p>	<p>El verdadero despunte industrial de Japón tendría lugar tras la Segunda Guerra Mundial, cuando auspiciado por el control de los EU, se fortalecen a la industria pesada y se adaptan y mejoran gran parte de las innovaciones científicas y tecnológicas que surgieron alrededor del mundo.</p>
<p>Fuente: Elaboración propia a partir de Cazadero, Manuel. (1995). <i>Las Revoluciones Industriales</i>. PP. 65-105.</p>			

Anexo 2. Cambios sociales, económicos y políticos durante la Segunda Revolución Industrial.

ENERGÍA	CONCENTRACIÓN DE CAPITAL	INTERNACIONALIZACIÓN DEL CAPITAL	CAMBIOS EN LOS PROCESOS DE TRABAJO	ESTADO DE BIENESTAR
<p>La industria petrolera nació en 1859 con la perforación de un pozo por Edwin L. Drake en Pensilvania, rápidamente se convirtió en la base energética de innovaciones como el motor de combustión, utilizado para hacer más eficientes los sistemas ferroviarios y el transporte marítimo, mediante barcos de vapor.</p>	<p>La concentración de capitales resultó en el surgimiento de las grandes empresas, pues, se trataba de empresas capaces de sobrevivir a la competencia, e inclusive iban absorbiendo a otras.</p>	<p>La internacionalización de las operaciones del capital se da en tres rubros: capital mercantil, préstamo y productivo. El sistema económico mundial se encontraba fuertemente cohesionado, con un gran flujo mercantil a través de los océanos, con capacidad de llegar a otros continentes</p>	<p>Grandes empresas implementaron modelos de división técnica del trabajo, se optó por la especialización del trabajador en una sola tarea, y el uso de equipo más eficiente y especializado, para reducir costos de producción. Organización laboral enfocada en el taylorismo o el fordismo.</p>	<p>Nace para combatir la pobreza y el desamparo de los más desfavorecidos económicamente. Surge en Alemania con Bismarck (1883 – 1889), con una serie de leyes para crear un sistema de seguridad social contra enfermedad, accidentes de trabajo e incapacidad por vejez. En 1911 se otorga a trabajadores de la industria, agrícolas y domésticos.</p>
<p>La energía eléctrica, pese a ser una fuente de energía secundaria (a partir de petróleo o carbón), permitió la construcción de motores eléctricos que ayudarían a una mejor organización de las cadenas semiautomáticas de producción.</p>	<p>Las economías de escala favorecieron la concentración de capital, pues, en medida que aumentaba el volumen producido, el costo de producción por unidad descendía.</p>	<p>Pese a que Gran Bretaña, Alemania y Francia tenían una balanza comercial deficitaria respecto a otros países, se mantenía el equilibrio económico mediante la capitalización por servicios como; fletes, seguros, venta de tecnología y otros.</p>	<p>El método de <i>Administración científica</i> de Frederick W. Taylor se difundió entre 1893 y 1911. El empresario debe recuperar el control de los procesos de trabajo, enfocado en el trabajo individual, descompuesto en sus elementos más simples, para lograr más eficiencia.</p>	<p>1911. Se aprueba en Inglaterra la <i>Ley de Seguridad Nacional</i>, para asegurar a los trabajadores contra enfermedades y dar atención médica gratuita. John Maynard Keynes aportó mucho sobre el papel del Estado como rector de la organización social.</p>
<p>El creciente consumo de energía generó incremento en el abasto del petróleo, principalmente países que carecían de ese recurso. Las potencias industriales de Europa, buscaron controlar la producción petrolera en Medio Oriente, proceso al se unirían los EU.</p>	<p>Grandes empresas con concentración de capital invierten sus excedentes en la producción y la innovación tecnológica. Primeras concentraciones de capital: industria ferroviaria (finales del s. XIX - inicios del XX); industria siderúrgica, y progresivamente en industrias eléctrica, petrolera, etc.</p>	<p>Las dos guerras mundiales disminuyeron la producción industrial. Endeudamiento por gastos de guerra, no por inversión industrial (salvo EU). Esfuerzos bélicos para debilitar la economía del adversario (urbes, centros industriales y sistemas de comunicación bombardeados).</p>	<p>El fordismo podía ser aplicado en cualquier proceso productivo mediante la mecanización. Se centra en el mecanismo de transporte donde el empleado solo se detiene lo suficiente para que se modifique, ensamble, remache, pula, atornille, etc. Es un proceso cronometrado que cuenta con stock fijo, evitando así interrupciones.</p>	<p>Otros países industriales con mayores o menores rezagos, organizaron sistemas de seguridad social para la protección de sus ciudadanos y trabajadores. Diferencias sustanciales en cuanto al grado de cobertura, calidad y seguridad entre un país y otro.</p>

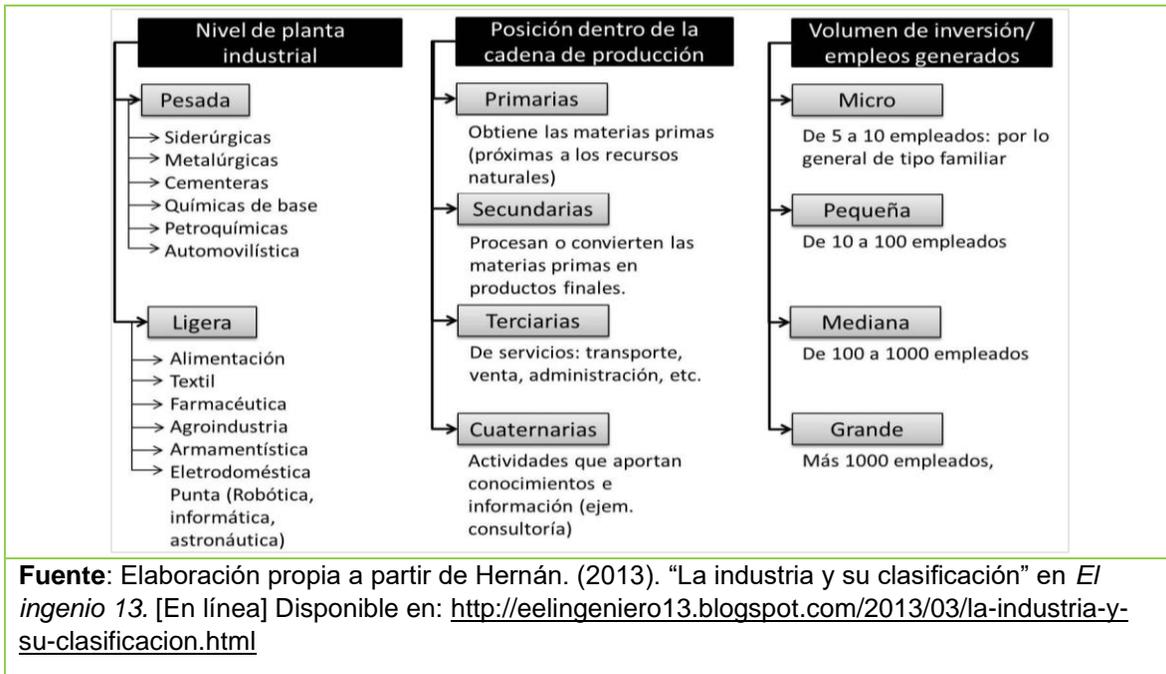
<p>El uso del petróleo en algunas de las innovaciones tecnológicas como el automóvil, el barco de vapor y en los primeros sistemas de transporte aéreo, sentaron las bases para la explosión e incremento de las comunicaciones, en el resto del siglo XIX y el siglo XX. Aunque el petróleo desplazó el uso del carbón mineral, su uso no se suspendió del todo pues en medida que incrementó la demanda de energía eléctrica, lo hizo también la del carbón.</p>	<p>Surgen los trust, agrupaciones de empresas que controlan sectores económicos completos como el caso de: <i>Standard Oil Company</i> en EU (David Rockefeller), con el control del 90% de producción petrolera; la <i>U.S. Steel Corporation</i> controlando 60% de la industria acerera, fusión de 165 compañías (1902); <i>General Electric</i>, <i>Westinhouse</i>, <i>International Harvester Company</i>, <i>American Telephone & Telegraph</i>, <i>Alcoa</i> y <i>General Motors</i>.</p>	<p>Crisis de 1929 resultado de la especulación y elevación de precios de valores bursátiles en la bolsa de Nueva York desde 1928. Sin respaldo económico real, y con ventas de pánico el 29 de octubre, los valores cayeron causando un colapso total del sistema financiero. La contracción del comercio mundial propagó la crisis a todo el mundo, se redujo la exportación ante la baja demanda y se aplicaron políticas proteccionistas para limitar la importación.</p>	<p>Dado que no se requería que el trabajador contará con los conocimientos sobre el proceso productivo en su totalidad, podían ser fácilmente reemplazables, no así, el personal técnico y administrativo, creándose con ello tecnoestructuras.</p>	<p>En EU, se iniciaron los programas de seguridad social, y se destinaban altos montos para la protección de ancianos, enfermos, inválidos, hijos de madres solteras, campesinos del sur, entre otros. La crisis de 1929 incrementó la vulnerabilidad social, y se creó la <i>Corporación Financiera de Reconstrucción</i> para ayudar a las empresas a evitar su cierre y/o quiebra, y poder liquidar a los trabajadores. En 1935 se creó la Ley de Seguridad Social.</p>
<p>En el periodo de la segunda posguerra surgió la energía nuclear, aunque comenzó a despuntar hasta la segunda mitad del siglo XX.</p>	<p>Garantizar el abasto necesario de insumos, contribuyó también a la concentración de los mercados, pues eran pocas las empresas capaces de abastecer continuamente los insumos requeridos por las grandes empresas.</p>	<p>Empresas transnacionales trasladaron el capital a otros países para abaratar costos, aprovechando el desarrollo tecnológico, mano de obra y productividad; incrementando el volumen de ventas y alcanzando otros mercados.</p>	<p>La relación salarial sufría cambios en medida que se dejó de pagar por pieza trabajada y se empezó a pagar por tiempo, e incluso dependiendo del nivel de calificación del trabajador, pues el proceso por tiempo ya generaba una producción determinada.</p>	<p>Tras la SGM otros países integraron la seguridad social como función del Estado. El Estado se volvió productor de bienes y servicios, e hizo extensiva la educación para el desarrollo científico y tecnológico que requiere la industria.</p>
<p>Fuente: Elaboración propia a partir de Cazadero, Manuel. (1995). <i>Las Revoluciones Industriales</i>. PP. 106-190</p>				

Anexo 3. Elementos que impulsaron la Tercera Revolución Industrial.

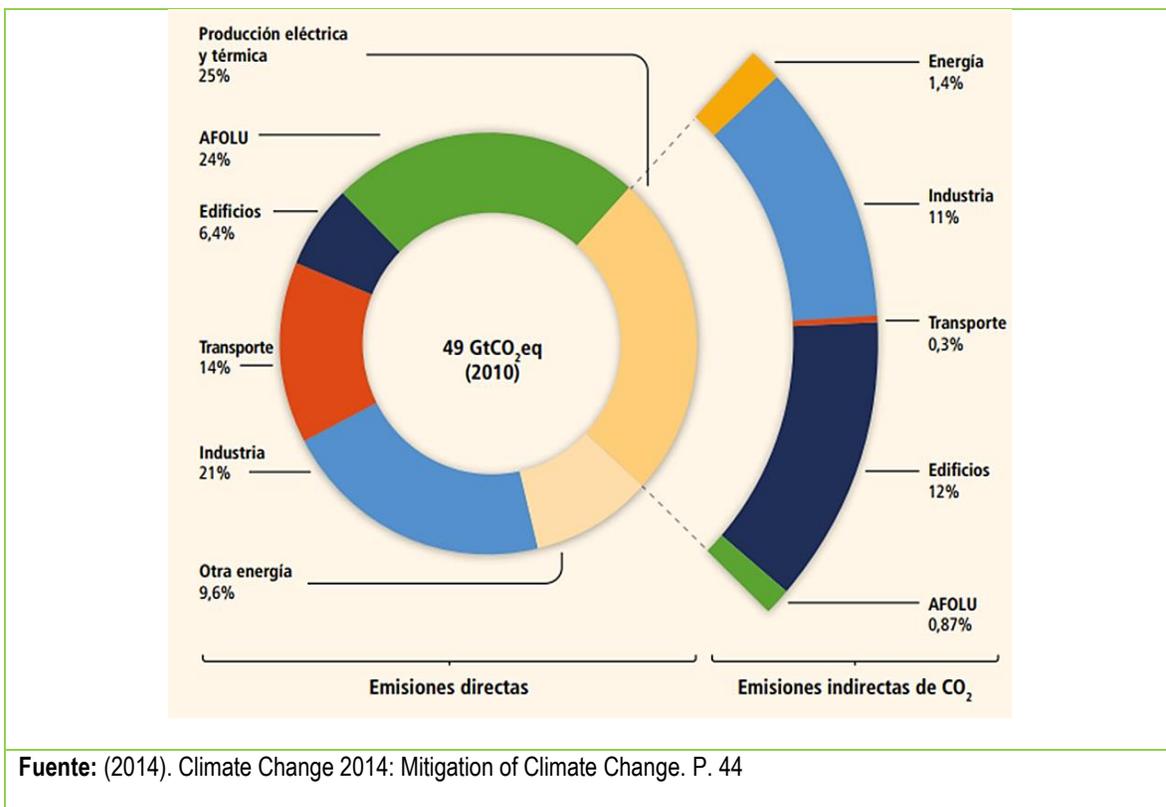
CRECIMIENTO DE REDES DE COMUNICACIÓN (INFORMÁTICA)	UNIVERSALIZACIÓN DEL ESTILO DE VIDA DE PRIMER MUNDO	FLUJOS DE CAPITALES E INTEGRACIÓN INTERNACIONAL DE LOS MERCADOS	DILUCIÓN ESTATAL EN ORGANIZACIÓN SOCIAL, ECONÓMICA Y POLÍTICA
<p>1946. Nace en la Universidad de Pensilvania, el Electronic Numerical Integrator and Calculator (ENIAC) el primer ordenador de tipo genérico. Construido en módulos de metal de 2.5 metros de altura, 70.000 resistores y 18.000 tubos de vacío, ocupaba la superficie de un gimnasio y su consumo energético equivalía al de la ciudad de Filadelfia.</p>	<p>En medio de la disputa ideológica entre EU y la URSS, y la búsqueda de incrementar la esfera de influencia, EU promovió una forma "moderna de vida" el denominado American Way of Life, una forma de desacreditar el tipo de desarrollo (comunista) que era promovido por la URSS</p>	<p>Los países beneficiados con capital acumulado luego de la crisis petrolera de 1973, invirtieron en mercados extranjeros. El sistema financiero internacional conectaba Medio Oriente con Europa, América y Asia, a tal nivel que las crisis también se interconectaban.</p>	<p>Ascenso de líderes estatales alineados a ideas neoliberales de Adam Smith: Ronald Reagan (EU) y Margaret Thatcher (Gran Bretaña). Fin del Estado de Bienestar de tipo keynesiano, se prioriza el libre mercado.</p>

<p>1971. Se crea el microprocesador con la capacidad de colocar un ordenador en un chip.</p> <p>1975. Ed Roberts un ingeniero que había creado una compañía de calculadoras, construyó una caja de cálculo con el nombre de Altair, base para el diseño del Apple en</p> <p>1976. Primer microordenador realizado por Steve Wozniak y Steve Jobs y comercializado con éxito.</p> <p>Surge el <i>software</i> para los ordenadores personales, diseñado por Bill Gates y Paúl Alien, fundadores de Microsoft.</p>	<p>Estilo de vida desarrollado caracterizado por: 1) Consumo masivo, 2) Creación de iconos culturales, 3) formas de vestir universales, 4) desprecio por lo rural, 5) moderno = civilización, 6) imposición de moda, etc.</p> <p>La creación de la <i>Internet</i>, la reducción en los costos de producción de la industria electrónica, el impulso a la industria cinematográfica, y la transnacionalización de empresas, fueron elementos claves para la globalización.</p>	<p>Crisis de la deuda tras la caída de los precios de las materias primas una vez resuelto el embargo petrolero de 1973. Endeudamiento de países productores con la banca privada.</p> <p>Estancamiento, baja productividad, altos índices de desempleo, quiebra de empresas públicas, devaluación monetaria, entre otros, definieron la llamada "década perdida".</p> <p>El FMI y BM promovieron el Consenso de Washington para países endeudados, impulsado la desregulación económica.</p>	<p>Imposibilitados a pagar la deuda externa que se incrementó en los años ochenta y orillados por el FMI y el BM a ejercer cierta disciplina fiscal en las finanzas públicas, el Estado pierde toda rectoría sobre la economía y las finanzas (salvo las públicas), se reducen los beneficios fiscales en razón de los costos que representan al presupuesto fiscal, se eliminan ciertos tipos de subsidios.</p>
<p>1981. IBM presentó su versión propia de microordenador denominado Ordenador Personal (PC). El modelo de IBM fue clonado en forma masiva, sobre todo en Asia.</p> <p>1984. Se lanza el modelo Macintosh de Apple, el primer paso hacia una informática fácil para el usuario.</p> <p>1980. Los microordenadores actúan en redes mediante ordenadores portátiles. Se redujo el costo de producción de procesadores, y se ampliaron las líneas de transmisión gracias a la fibras ópticas y transmisión por láser.</p>	<p>Incremento de migración de las regiones pobres hacia las regiones ricas (aspiraciones de modernidad y desarrollo). Debido a un Estado de Bienestar débil los migrantes no contaban con servicios, seguridad, empleo y demás condiciones para el desarrollo humano, lo que generó problemas como la marginación, insalubridad, pobreza, analfabetismo, crimen, drogadicción, y otros, que se convirtieron en características de las urbes.</p>	<p>Entre las medidas contempladas por el Consenso de Washington, fueron especialmente favorables para el sector financiero y empresarial las cláusulas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Libre circulación de capitales -Desregulación de las trabas comerciales -Privatización de empresas públicas -Disminución del gasto social (corregir déficit público). 	<p>Las políticas públicas, los planes nacionales de desarrollo, las proyecciones de crecimiento económico, ya no son sólo determinados por el Estado.</p> <p>Estado como agente facilitador de leyes que favorezcan el libre mercado.</p> <p>Persiste la penetración de la clase empresarial en la esfera pública: financiamiento político en campañas electorales o mediante el lobbismo.</p>
<p>1995. La telefonía celular se difundió con fuerza por todo el mundo.</p>	<p>Acceder al estilo de vida ciudadano, favoreció el crecimiento del sector financiero, mediante el sistema de créditos, que generaba altos intereses.</p>	<p>Tras breves momentos de recuperación, nuevas crisis económicas escalan rápidamente a nivel global: efecto tequila, burbuja asiática, efecto vodka, etc.</p>	<p>Emergen nuevos actores en las relaciones de poder Estatal: empresas, ONG, sociedad civil e individuos.</p>
<p>Fuente: Elaboración propia a partir de Castells, Manuel. (1996) <i>La era de la Información. Economía, sociedad y cultura</i>. Vol. I: La sociedad red.</p> <p>Solomon, Robert. (2000) <i>Dinero en marcha: La Revolución en las finanzas internacionales a partir de 1980</i>.</p>			

Anexo 4. Tres criterios de clasificación de la industria.



Anexo 5. Emisión de GEI por sectores económicos.

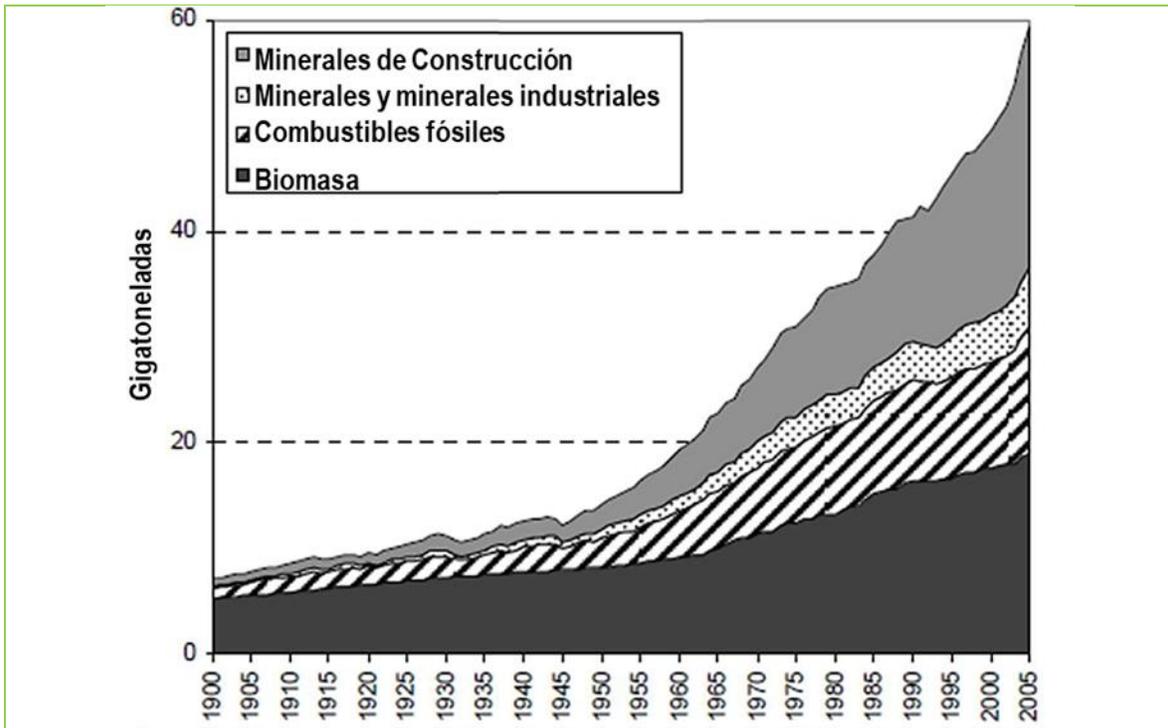


Anexo 6. Tipos de contaminantes atmosféricos más comunes y sus fuentes

Categoría	Fuente	Contaminantes emitidos	
Agricultura	Combustión abierta	SPM, CO, COV	
Minas y canteras	Minas de carbón	SPM, SO ₂ , NO _x , COV	
	Petróleo crudo y producción de gas natural	SO ₂	
Fabricación	Minas no ferrosas	SPM, Pb	
	Canteras de piedra	SPM	
	Alimentos, bebidas y tabaco	SPM, CO, COV, H ₂ S	
	Industrias textiles y de curtidos	SPM, COV	
	Productos de madera	SPM, COV	
Fabricación de productos químicos	Productos de papel, artes gráficas	SPM, SO ₂ , CO, COV, H ₂ S, RSH	
	Anhídrido ftálico	SPM, SO ₂ , CO, COV	
	Cloro	Cl ₂	
	Acido clorhídrico	HCl	
	Acido fluorhídrico	HF, SiF ₄	
	Acido sulfúrico	SO ₂ , SO ₃	
	Acido nítrico	NO _x	
	Acido fosfórico	SPM, F ₂	
	Oxido de plomo y pigmentos amoníaco	SPM, Pb	
	Carbonato sódico	SPM, NH ₃	
	Carburo cálcico	SPM	
	Acido adípico	SPM, NO _x , CO, COV	
	Plomo alquilico	Pb	
	Anhídrido maleico y ácido tereftálico	CO, COV	
	Producción de fertilizantes y plaguicidas	SPM, NH ₃	
	Nitrato amónico	SPM, NH ₃ , HNO ₃	
	Sulfato amónico	COV	
	Resinas sintéticas, materiales plásticos, fibras	SPM, COV, H ₂ S, CS ₂	
	Pinturas, barnices, lacas	SPM, COV	
	Jabón	SPM	
	Negro carbón y tintas de impresión	SPM, SO ₂ , NO _x , CO, COV, H ₂ S	
	Refinerías de petróleo	Trinitrotolueno	SPM, SO ₂ , NO _x , SO ₃ , HNO ₃
		Productos derivados del petróleo y del carbón	SPM, SO ₂ , NO _x , CO, COV
Fabricación de productos minerales no metálicos	Productos de vidrio	SPM, SO ₂ , NO _x , CO, COV, F	
	Productos arcillosos estructurales	SPM, SO ₂ , NO _x , CO, COV, F ₂	
Industrias básicas del metal	Cemento, cal y yeso	SPM, SO ₂ , NO _x , CO	
	Hierro y acero	SPM, SO ₂ , NO _x , CO, COV, Pb	
	Industrias no ferrosas	SPM, SO ₂ , F, Pb	
Generación de energía	Electricidad, gas y vapor	SPM, SO ₂ , NO _x , CO, COV, SO ₃ , Pb	
Comercio mayorista y minorista	Almacenaje de combustibles, operaciones de llenado	COV	
Transporte		SPM, SO ₂ , NO _x , CO, COV, Pb	
Servicios municipales	Incineradores municipales	SPM, SO ₂ , NO _x , CO, COV, Pb	

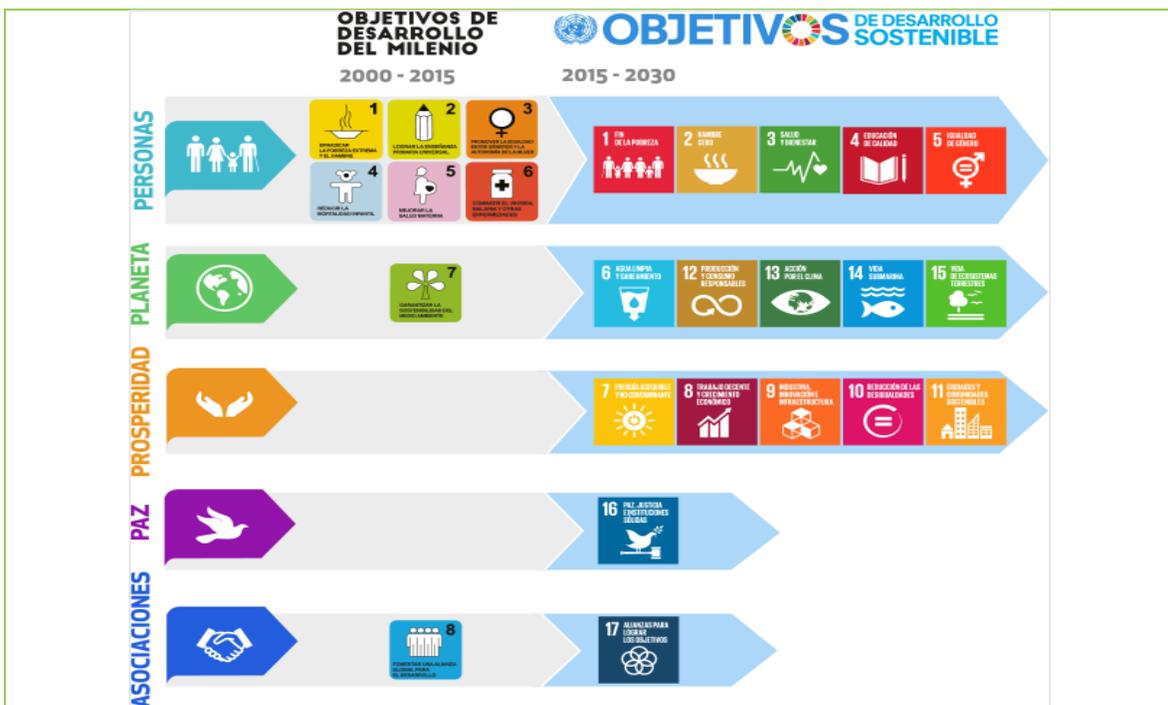
Fuente: Spiegel, Jerry; Maystre, Lucien Y. (2000). *Control de la contaminación ambiental. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. P. 6

Anexo 7. Materiales de la litósfera usados por tipo de material en el periodo de 1900 a 2005.



Fuente: Fridolin, et. al., (2009). "Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century". P. 8

Anexo 8. Transformación de los ODM a ODS.



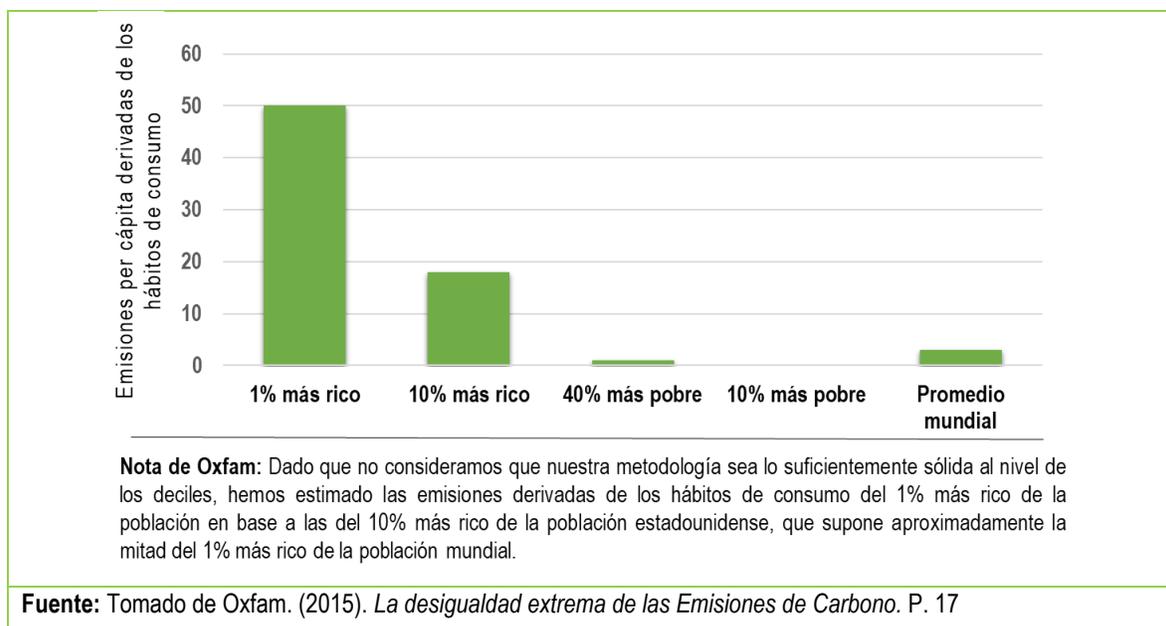
Fuente: ONU-México. (2016) *Objetivos del Desarrollo Sostenible*.

Anexo 9. Anexo B del protocolo de Kioto de 1997.

PARTE	COMPROMISO CUANTIFICADO DE REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES (% DEL NIVEL DEL AÑO O PERÍODO DE BASE)	PARTE	COMPROMISO CUANTIFICADO DE REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES (% DEL NIVEL DEL AÑO O PERÍODO DE BASE)
Alemania	92	Islandia	110
Australia	108	Italia	92
Austria	92	Japón	94
Bélgica	92	Letonia*	92
Bulgaria*	92	Liechtenstein	92
Canadá	94	Lituania*	92
Comunidad Europea	92	Luxemburgo	92
Croacia*	95	Mónaco	92
Dinamarca*	92	Noruega	101
Eslovaquia*	92	Nueva Zelanda	100
Eslovenia*	92	Países Bajos	92
España	92	Polonia*	94
Estados Unidos de América	93	Portugal	2
Estonia*	92	Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	92
Federación de Rusia*	100	República Checa*	92
Finlandia	92	Rumania*	92
Francia	92	Suecia	92
Grecia	92	Suiza	92
Hungría*	94	Ucrania*	100
Irlanda	92		

ONU. (1997) *Protocolo de Kioto*.

Anexo 10. Gráfico. Emisiones derivadas de los hábitos de consumo per cápita según los distintos niveles de ingreso a nivel mundial.



Anexo 12. Apéndice 1 de la base de datos de los mayores productores de CO2.

PRODUCTOR	ACUMULADO EMISIONES GEI 1988-2015 EN MTCO ₂ E (ALCANCE 1)	ACUMULADO EMISIONES GEI 1988-2015 EN MTCO ₂ E (ALCANCE 3)	ACUMULADO EMISIONES GEI 1988-2015 EN MTCO ₂ E (ALCANCE 1+3)	PORCENTAJE ACUMULADO EMISIONES GEI 1988-2015 (ALCANCE 1+3)
China (Coal)	9,622	119,312	128,933	14.3
Saudi Arabian Oil Company (Aramco)	4,263	36,298	40,561	4.5
Gazprom OAO	4,652	30,569	35,221	3.9
National Iranian Oil Co	2,468	18,037	20,505	2.3
ExxonMobil Corp	1,833	15,952	17,785	2.0
Coal India	892	15,950	16,842	1.9
Petróleos Mexicanos (Pemex)	2,055	14,749	16,804	1.9
Russia (Coal)	1,216	15,524	16,740	1.9
Royal Dutch Shell PLC	1,212	13,805	15,017	1.7
China National Petroleum Corp (CNPC)	1,479	12,564	14,042	1.6
BP PLC	1,072	12,719	13,791	1.5
Chevron Corp	1,215	10,608	11,823	1.3
Petróleos de Venezuela SA (PDVSA)	1,108	9,971	11,079	1.2
Abu Dhabi National Oil Co	1,135	9,635	10,769	1.2
Poland Coal	884	9,596	10,480	1.2
Peabody Energy Corp	266	10,098	10,364	1.2
Sonatrach SPA	1,490	7,507	8,997	1.0
Kuwait Petroleum Corp	767	8,194	8,961	1.0
Total SA	778	7,762	8,541	0.9
BHP Billiton Ltd	588	7,595	8,183	0.9
ConocoPhillips	654	6,809	7,463	0.9
Petroleo Brasileiro SA (Petrobras)	533	6,375	6,907	0.8
Lukoil OAO	557	6,193	6,750	0.8
Rio Tinto	297	6,445	6,743	0.7
Nigerian National Petroleum Corp	643	5,848	6,491	0.7
Petroliam Nasional Berhad (Petronas)	995	5,190	6,185	0.7
Rosneft OAO	571	5,295	5,866	0.7
Arch Coal Inc	182	5,514	5,696	0.6
Iraq National Oil Co	435	4,927	5,362	0.6
Eni SPA	672	4,647	5,319	0.6
Anglo American	114	5,173	5,287	0.6
Surgutneftegas OAO	482	4,653	5,135	0.6
Alpha Natural Resources Inc	343	4,561	4,904	0.5
Qatar Petroleum Corp	798	4,103	4,901	0.5
PT Pertamina	602	4,254	4,857	0.5

Kazakhstan Coal	418	4,317	4,735	0.5
Statoil ASA	198	4,497	4,695	0.5
National Oil Corporation of Libya	425	4,101	4,526	0.5
Consol Energy Inc	515	3,979	4,495	0.5
Ukraine Coal	286	4,143	4,429	0.5
RWE AG	499	3,701	4,201	0.5
Oil & Natural Gas Corp Ltd	193	3,367	3,560	0.4
Glencore PLC	228	3,159	3,387	0.4
TurkmenGaz	746	2,471	3,217	0.4
Sasol Ltd	259	2,936	3,195	0.4
Repsol SA	224	2,773	2,996	0.3
Anadarko Petroleum Corp	201	2,790	2,991	0.3
Egyptian General Petroleum Corp	383	2,444	2,827	0.3
Petroleum Development Oman LLC	372	2,397	2,769	0.3
Czech Republic Coal	277	2,430	2,706	0.3
Remaining 50 producers in sample	6,232	60,569	66,800	7.4
Muestra Total (100 productores)	58,328	576,506	634,835	70.6

25. Nótese que el Alcance 1 y el Alcance 3 cubren únicamente las actividades relacionadas con la industria de combustibles fósiles; Las emisiones totales de Alcance 1 y Alcance 3 para algunos productores pueden ser mayores.

26. El Alcance 3 se refiere específicamente a la Categoría 11 del Alcance 3 "uso de productos vendidos".

Fuente: CDP (2017) *The Carbon Majors Database: Methodology Report 2017*. The Carbon Majors Database: Cdp Carbon Majors Report 2017. CDP, London.

Anexo 13. Objetivos del Desarrollo Sustentable.



Fuente: ONU. (2018). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*.

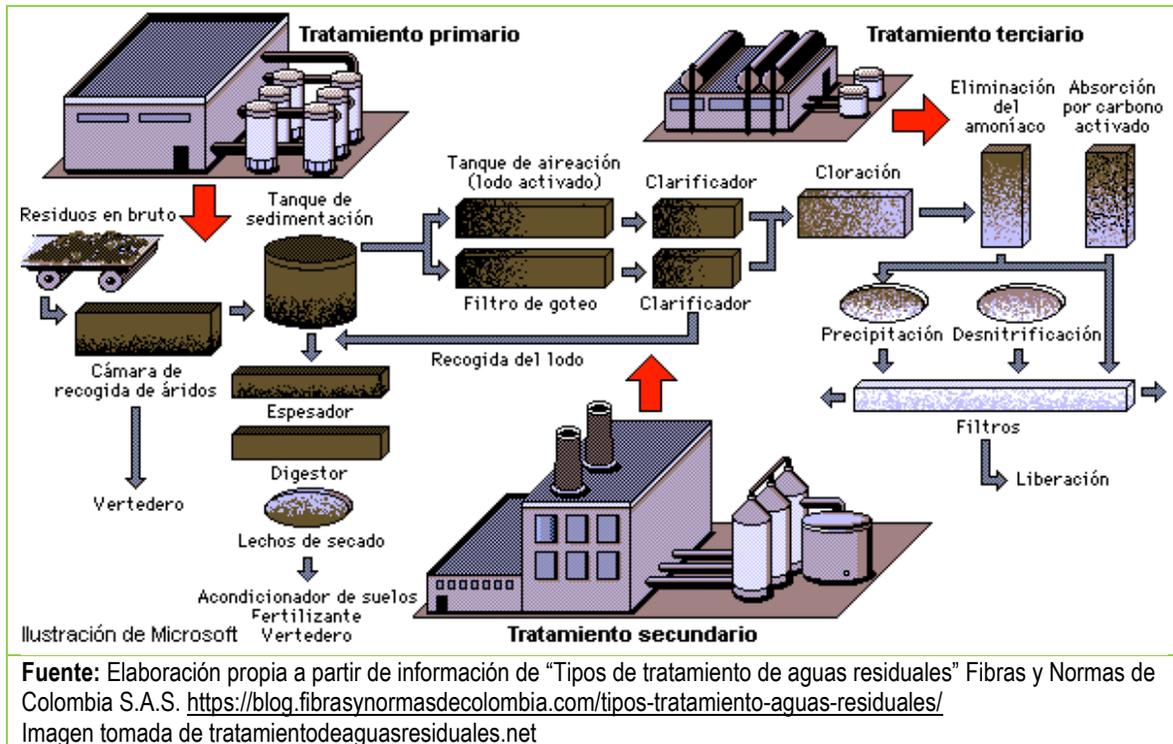
Anexo 14. Escuelas de pensamiento de la economía circular.

ESCUELA DE PENSAMIENTO	AUTORES	POSTULADOS
Cradle to cradle (de la Cuna a la Cuna)	Se trata de un concepto y un proceso de certificación desarrollado por el químico alemán Michael Braungart y el arquitecto estadounidense Bill McDonough.	Todos los materiales envueltos en procesos industriales y comerciales pueden ser nutrientes, ya sea técnicos o biológicos. Se enfoca en el diseño para que el producto genere impactos positivos y reduzcan impactos negativos del comercio a través de la eficiencia. Los componentes de los productos pueden ser diseñados para su continua recuperación y reutilización como nutrientes biológicos y técnicos. La noción de la cuna a la cuna, elimina el concepto de residuos. Se trata de crear y participar en sistemas para recoger y recuperar el valor de estos materiales tras su uso, maximizar el uso de la energía renovable, gestionar el uso del agua para maximizar la calidad, promover ecosistemas saludables y respetar los efectos a nivel local. Orientar las operaciones y las relaciones con las partes interesadas mediante la responsabilidad social.
Economía del Rendimiento	Walter Stahel, arquitecto y analista industrial en coautoría con Genevieve Reday, presentó en 1976 ante la Comisión Europea el informe "El potencial para sustituir la mano de obra por la energía" donde destacaba la visión.	Los principales postulados de la economía del rendimiento son: -Enfoque de "circuito cerrado" para los procesos de producción -Extensión de la vida del producto -Bienes de larga duración -Actividades de reacondicionamiento -Prevención de desperdicios. -Vender servicios en lugar de productos, "economía de servicios funcionales", ahora más ampliamente incluida en la noción de "economía de rendimiento". La visión de la economía del rendimiento es de una economía en bucles y su impacto sobre creación de empleo, competitividad económica, ahorro de recursos y prevención de residuos.
Biomimesis	Janine Benyus publicó en 2012 el libro Biomimesis: Cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza.	La biomimesis se puede definir como una disciplina que estudia las mejores ideas de la naturaleza y luego imita estos diseños y procesos para resolver problemas humanos. (Benyus, 2012) Se trata de usar a la naturaleza como: 1) modelo y emular estas formas, procesos, sistemas y estrategias para resolver los problemas humanos; como 2) medida, lo que permite utilizar un estándar ecológico para juzgar la sostenibilidad de nuestras innovaciones; como 3) mentor para ver y valorar lo que podemos aprender del mundo natural, no lo que podemos extraer de la naturaleza.
Ecología Industrial (simbiosis industrial)	En el campo de la ingeniería, la investigación realizada por Ayres, propuso entender y diseñar actividades industriales que funcionaran como un metabolismo en cada empresa y luego la formación de simbiosis industrial entre organizaciones distintas. (Prieto-Sandoval; et al., 2017: 89)	La ecología industrial implica el estudio de los flujos de materiales y de la energía a través de sistemas industriales cerrados. Se centra en las conexiones entre los operadores dentro del ecosistema industrial, con el fin de crear procesos de circuito cerrado en el que los residuos sirven de entrada para otro proceso, eliminando la noción de un subproducto no aprovechable. De acuerdo con Gallaud y Laperche, la ecología industrial se enfoca en (2017): 1) Reducción del número de intermediarios entre el productor y el consumidor, donde solo participan actores próximos geográficamente; 2) Consumo responsable y colaborativo (factor de proximidad), implementación de economía circular a escala regional; 3) Desarrollo regional sustentable y fortalecimiento de las relaciones sociales, laborales y ambientales a nivel local o regional; 4) Flujo circular de los residuos generados por una industria para su aprovechamiento por otra industria del mismo circuito. En la actualidad varios países cuentan con desarrollos de ecología industrial. Entre los existentes se encuentran: Reino Unido: Crewe Business Park, Knowsley Park, Londonderry Eco-Industrial Park, Trafford Park; Alemania: Emscher, Value Park, Felsenpark; Italia: Parque medioambiental; Austria: Parque ecológico Hartberg, Estiria; Dinamarca: Parque industrial Herning-Ikast, Kalundborg; Suecia; Vreten, Landskrona; Suiza: Solna, Daval Eco-industrial Park; Francia: Sphère Ecoindustrie D'alsace, Parc Industriel Plaine de l'Ain (Pipa); Canadá: Parque industrial Burnside en Dartmouth, Parque ecoindustrial en Hinton, Alberta; Estados Unidos: Brownsville, Chattanooga, Baltimore, Maryland, Cape Charles, Virginia; México: parque eco-industrial en Tamaulipas (El-Haggar, 2007).

Capitalismo Natural	Paul Hawken, Amory Lovins y Hunter Lovins, describen una economía en la que los intereses empresariales y ambientales se superponen, reconociendo las interdependencias existentes entre la producción y el uso del capital y los flujos de capital natural.	Los principios del capitalismo natural son: 1) Incrementar la productividad de los recursos naturales, para lo cual se requieren cambios radicales en el diseño, la producción y la tecnología. Se busca que los recursos naturales duren mucho más de lo que lo hacen actualmente. 2) Cambiar a modelos y materiales de producción inspirados biológicamente, para ello se requiere eliminar el concepto de desperdicio al establecer sistemas de producción de ciclo cerrado en diseños basados en la naturaleza. 3) Avanzar hacia un modelo de negocio basado en "servicio y flujo". El valor se genera a partir de un flujo continuo de servicios en lugar del modelo tradicional de venta de bienes. 4) Reinvertir en el capital natural con el objetivo de restaurar y regenerar los recursos naturales, no agotarlos de forma indiscriminada como sucede en la actualidad.
Economía Azul	Impulsada por Gunter Pauli, empresario belga y anteriormente Director Ejecutivo de Ecover.	El manifiesto oficial expresa: "utilizando los recursos disponibles en los sistemas en cascada, (...) los residuos de un producto se convierten en la entrada para crear un nuevo flujo de caja". Basada en 21 principios fundacionales, la principal premisa de la Economía azul es el uso racional de los recursos naturales, que no supere el ritmo a que estos se regeneran. Insiste en: soluciones que están determinadas por su entorno local y las características físicas y ecológicas.
Diseño Regenerativo	Promovido especialmente en Estados Unidos por John T. Lyle, impulsor del término desde la década de los años setenta, y quién ofrece cursos en el Centro de Estudios Regenerativos en California.	Lyle desarrolló ideas sobre diseño regenerativo que podían aplicarse a todos los sistemas, es decir, más allá de la agricultura, para la cual se había formulado anteriormente el concepto de regeneración. El término de regeneración implica la restauración, renovación y revitalización de las fuentes de energía y materiales. Podría decirse que puso las bases del marco de la economía circular, que se desarrolló especialmente y ganó notoriedad gracias a McDonough (que había estudiado con Lyle), Braungart y Stahel. En la actualidad, el Lyle Center for Regenerative Studies ofrece cursos sobre este tema.
<p>Fuente: Elaboración propia a partir de: FEM (Fundación Ellen MacArthur); (2018). <i>Economía circular: Escuelas de Pensamiento</i>. Gallaud, Delphine; Laperche, Blandine. (2016). <i>Circular Economy, Industrial Ecology and Short Supply Chain</i>. Renault, Jean-francois. (agosto, 2019). <i>Report on experiences with the implementation of Circular Economy outside Europe</i>.</p>		

Anexo 15. Proceso de tratamiento de aguas residuales domésticas.

	PRIMARIO	SECUNDARIO	TERCIARIO
Objetivo	Eliminación de sólidos.	Degradación de materia orgánica o contenido biológico (partículas menores a 10mm)	Mejorar la calidad del agua mediante procesos físicos y químicos.
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pretratamiento o cribado. Separación de sólidos de diferentes tamaños. 1) más de 10mm. 2. Sedimentación. Sólidos restantes. 3. Flotación. Ascensión de sólidos con burbujas. 4. Neutralización. Normalización del pH del agua, para tratamientos secundarios. <p>Otros que se aplican: fosas sépticas, lagunaje y filtros verdes</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Procesos aerobios. Con microorganismos aerobios, se incrementa el contenido de oxígeno. En la fase de nitrificación convierten el amonio en nitratos, y en la desnitrificación el nitrato se reduce a nitrógeno natural, y pasa a ser parte de la atmósfera. 2. Procesos anaerobios. Favorecen la conversión de materia orgánica en metano y dióxido de carbono. 3. Procesos de lodos activados. Los microorganismos de aguas residuales se encuentran suspendidos al recibir oxígeno generan una agrupación en floculos (denominado lodo activo). Los lodos se separan por procesos de sedimentación, el agua entra a un proceso de decantación secundaria. Existen lodos quedan como residuo de los procesos de recirculación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desinfección y esterilización. Con radiación UV se inactivan los microorganismos del agua a tratar. La radiación UV elimina hasta el 99.9% de los agentes patógenos. 2. Ionización. Proceso fisicoquímico para purificar el agua a través del intercambio iónico activado por energía eléctrica. Se usa energía solar o corriente eléctrica de bajo voltaje a través de electrodos adaptados en el circuito de filtración de agua. Con esto se neutraliza la acción de virus, bacterias y algas. El agua resultante es inodora, incolora e insípida. 3. Filtración. Filtros presurizados con lecho filtrante de arena y grava para remover sólidos restantes. 4. Cloración. Desinfección del agua a través de productos clorados.



Anexo 16. Productos y servicios pensados desde una visión de economía circular.*

NOMBRE	EMPRESA Y/O LUGAR	DESCRIPCIÓN	PÁGINA ELECTRÓNICA
Platos con hoja de palmera.	Leaf Republic / Alemania	Fibra de palmera cocida en tres capas. Platos biodegradables en 14 días. Pueden ser usados en microondas.	leaf-republic.com
Muebles	IKEA / Sidney / Japón	IKEA compra los muebles usados, sus antiguos dueños reciben vales por el valor de los muebles. Los muebles reparados, reciclados o reutilizados y son puestos a la venta.	ikea.com
Earthship Biitecture	Taos, Nuevo México	Hotel construido con materiales reciclados, entre otros: vidrio, PET, plástico. Cuenta con paneles solares, sistema de captación de agua, sistema de ventilación natural, huerto.	earthshipglobal.com
Bare conductive (Pintura eléctrica)	Bare conductive / Londres	Pintura formada por partículas de carbono. Se pueden dibujar circuitos en cualquier superficie y una vez seca la pintura, funciona como un conductor eléctrico.	bareconductive.com
Turbulent Hydro (Microturbinas para producir energía)	Bélgica	Microturbinas capaces de generar energía 24 horas al día. Instalación paralela a un río, con una turbina que genera un vórtice, la energía cinética produce energía sin afectar el ecosistema o a la fauna.	turbulent.be
Rock-et Ball-on (Globo Cohete)	James Van Allen es el pionero (década de 1950) / Zero2Infinity y Leo Aerospace	Pensado en la industria aeroespacial. En un globo de plástico muy fino, con un cohete enganchado. Al subir el globo, la presión atmosférica disminuye, el helio se calienta y expande el globo logrando subir hasta a 40 KM, altura en la que el cohete puede dispararse a gran velocidad.	zero2infinity.spaceleoaerospaace.com
Hidroponía	H2 Hydro phonics / España	La empresa diseña y usa sistemas hidropónicos de gran escala para la producción de alimentos, sin recurrir al cambio en el uso de los suelos.	h2hydroponics.com

Ampli Block (Diagnósticos de enfermedades)	MIT / Estados Unidos	Conjunto de módulos que se ensamblan unos con otros y dependiendo de la forma en que se ensamblan sirven para detectar determinadas enfermedades. En su interior cuentan con tiras reactivas y distintas funciones bioquímicas.	news.mit.edu
Zoa (Cuero vegetal hecho con bio-impresión 3D)	Suzanne Lee / Modern Meadow	Creación de nuevos materiales textiles a partir de fibras bio-fabricadas. Se recrea la proteína de la piel de animales (colágeno) de forma artificial, mediante modificaciones genéticas en células de hongos. El cuero producido no tiene limitaciones en cuanto a tamaño.	modernmeadow.com
Superelastic Tire (Neumático superclásico)	Glenn Research Center / NASA / Estados Unidos	Neumático hecho con una aleación de titanio y níquel. Debido a la elasticidad a nivel molecular no puede ser dañado o roto. Tras deformarse recobra su forma. Su aplicación puede extenderse a los automóviles, reduciendo el desecho de neumáticos.	technology.nasa.gov/patent/LEW-TOPS-99
Impresión de paneles solares	Universidad de Newcastle / Australia	Es una especie de placa de fácil fabricación tan fina como el papel. Mediante la impresión con tinta solar hecha de carbono, sobre plástico, las placas son de fácil aplicación y mayor durabilidad.	newcastle.edu.au
RemoveDEBRIS (reducir basura especial)	Universidad de Surrey / Comisión Europea	Enfocado en la industria aeroespacial. Es un proyecto que busca reducir la basura espacial que pueda poner en riesgo los satélites funcionales que se encuentran en la órbita de la tierra y que permiten las comunicaciones.	surrey.ac.uk/surrey-space-centre/missions/removedebris
Eroadarlanda (Carretera Eléctrica)	Suecia	La carretera cuenta con un rail electrificado, al cual los coches pueden conectarse mediante un brazo inferior. Mientras el vehículo eléctrico circula sobre el rail se va cargando de energía.	eroadarlanda.com
Precious Plastics (Plantas caseras para reciclaje)	Dave Hakkens / Holanda	Plantas de reciclaje caseras que ayudan a convertir el plástico en nuevos productos: desde recipientes, sillas, filamentos para impresión 3D, etc. En su página se puede descargar guía de construcción para que cualquiera pueda crear su maquinaria.	preciousplastic.com
Muebles hechos con plástico reciclado	Sandhelden / Alemania	El plástico es triturado hasta su expresión más fina (polvo), el polvo pasa por una impresora 3D hasta crear productos para la casa.	sandhelden.com
Concreto purificador de aire y agua	UNAM / México	Placas de concreto fotocatalítico capaces de degradar hasta el 30% de partículas dañinas presentes en el agua de lluvia.	ii.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/Notas/Paginas/concretospurificadoresdeaire.aspx
MycoWorks (cuero bio-producido)	Future Tech Lab	Un nuevo tipo de cuero cultivado rápidamente a partir de micelio y subproductos agrícolas en un proceso de carbono negativo. El material es sostenible, versátil y libre de animales.	ftlab.com
Worn Again (reciclaje de PET para producir telas)	Future Tech Lab	Tecnología de reciclaje de textiles que puede separar y recuperar poliéster (PET) y algodón de la ropa desechada de bajo valor para producir materias primas de poliéster y celulósicas equivalentes. Competitivas para volver a la cadena de suministro como parte de un proceso continuo.	ftlab.com
EVRNU (reciclaje de algodón)	Future Tech Lab	Recicla los residuos textiles de algodón post-consumo para crear fibra premium renovable.	ftlab.com
Bolt Threads (telas bio producidas)	Future Tech Lab	Cultivo de hongos y modificación genética para producir seda de telarañas y con ella realizar el tejido de prendas.	ftlab.com
Diamond Foundry (fábrica de diamantes)	Future Tech Lab	Diamond Foundry toma los dos grandes gases de efecto invernadero, metano y dióxido de carbono, y crea diamantes, con oxígeno y agua como salida.	ftlab.com
BioFur (cuero cultivado con células madre)	Vitro Labs / Future Tech Lab	Vitro Labs está desarrollando actualmente BioFur, pieles y cuero cultivado en laboratorio a partir de células madre.	ftlab.com

c16 Biosciences (aceite)	Future Tech Lab	Desarrollar procesos innovadores para elaborar alternativas sostenibles al aceite de palma a partir de microbios naturales.	ftlab.com
GALY (cultivo alternativo de algodón)	Create Lab-Grown / Future Tech Lab	La compañía está desarrollando una forma de cultivar algodón sin la necesidad de cultivar, multiplicando sus células directamente en la tela.	ftlab.com
Spiber (materiales E)	Future Tech Lab	Una compañía japonesa de biotecnología que desarrolla materiales proteicos sostenibles de próxima generación.	ftlab.com
Green Glass (Vasos de vidrio hechos con botellas recicladas)	Green Glass / Chile	Luego de la recolección y acopio de botellas de vidrio desechadas, son limpiadas, pulidas y cortadas. Mediante un proceso de remanufactura se convierten en vasos que son comercializados en distintas partes del mundo.	greenglass.cl
Reppie (Planta de termovalorización)	Cambridge Industries - China National Electric Engineering / Etiopía	Los residuos acumulados en el tiradero de Koshe, Addis Ababa, son incinerados en la planta y las cenizas son usadas para construir ladrillos para la construcción.	africawte.com
Gumshoe (zapatos hechos de chicle)	GumBuddy RV / Holanda	Mediante pequeños recipientes de acero inoxidable llamados GumBuddy's, la empresa recolecta chicles y/o colillas. Debido a que la goma de mascar no se descompone es usada para producir zapatos. Adicional, la empresa también recicla las colillas.	gumbuddy.nl
Boltsiri (bolsas desechables)	Universidad Autónoma de Querétaro / México	Bolsas desechables y comestibles elaboradas con olote de maíz y otros desechos orgánicos como ramas, leña y aserrín.	es-la.facebook.com › boltsiri › posts
Osomtex (textil)	Osom Brand / Estados Unidos	La marca reutiliza millones de libras de desechos textiles desechables post-consumo y postindustriales directamente de las marcas y la cadena de suministro, con ellos crear hilos y telas recicladas de alta calidad. Este proceso no utiliza agua, colorantes ni productos químicos agresivos.	osombrand.com
Piñatex (Fibras bio fabricadas con piña)	Ananas Anam / Filipinas	Un innovador textil natural hecho de residuos de fibra de hoja de piña.	ananas-anam.com
Caminante rojo (motoneta ecológica)	Universidad Tecnológica de la Mixteca / Matías Electronic / México	Motocicleta que no requiere gasolina ni ser recargada en una corriente de electricidad. Durante el arranque usa energía de una batería, al estar en marcha el motor una banda conectada con la rueda y un generador fabricado, se almacena energía cinética suficiente para mantener en marcha la motocicleta.	masdemx.com/2019/07/motoneta-ecologica-mexicana-joven-indigena-oaxaqueno-oaxaca
Flow Hive (colmena no invasiva para extraer miel)	Australia	En lugar de extraer los paneles y raspar la miel. Los paneles hexagonales se transforman en líneas verticales, lo cual facilita el fluido de miel sin necesidad de perturbar el ambiente de las abejas.	honeyflow.com
Easy Brick (Bloques de construcción)	Argentina	Ladrillo hecho a base de residuo plástico reciclado. Cada uno está formado por 330 tapitas de gaseosa recicladas. Se caracterizan por ser bloques livianos, ecológicos, durables, adaptables, impermeables, térmicos y acústicos.	easy-brick.com
Aquaponics	Universidad de Purdue / Estados Unidos	Este sistema de producción agrícola y de piscicultura, funciona mediante un sistema reticulado donde el agua permanece en circulación constante. Los desechos orgánicos de los peces son nutrientes para las plantas, y estas filtran el agua constantemente.	purdue.edu/dffs/beginningsfarmers/links/aquaponics
Atrapanieblas	Abel Cruz / Perú	Se usan en regiones desérticas con presencia de niebla (desierto del Néguev, Israel; desierto de Atacama, Chile; Ecuador, Guatemala, Perú, Nepal, y algunos países de África. El agua de la niebla se queda en las mallas atrapanieblas y gracias a la escorrentía se acumula y se almacena en depósitos. El agua no es potable, pero sirve para riego y otras actividades humanas.	elcomercio.pe/peru/conoce-proyecto-mallas-atrapanieblas-premiado-google-noticia-483882-noticia

Styro-Filter (unicel convertido en carbón activado)	Cyber Tigers / Estados Unidos	Styro-Filter es un proyecto desarrollado por estudiantes de Texas en 2016. Permite transformar el unicel en carbón activado que puede ser utilizado en el proceso de purificación de agua.	wastedive.com/news/students-invent-filter-that-carbonizes-styrofoam-waste-for-water-purificati/421484
Organiclab	Rodrigo Sagaceta y Lautaro Catril / Chile	Recolección de residuos orgánicos, su gestión y transformación. Mediante procesos metodológicos, científicos y tecnológicos realizan un análisis de las necesidades. Realizan la instalación de la infraestructura necesaria para convertir residuos en abono.	organiclab.cl
Warka Water (torre de bambú recolectora de agua)	Arturo Vittori / Estados Unidos	Torre de Bambú cubierta en el interior por una red de seda que decanta y convierte la humedad del viento en agua. Con una altura de 10 metros de largo y una estructura ligera, puede generar hasta 100 litros de agua diarios. Junto a este proyecto tienen otros como: Warka Solar, Warka Garden, Warka Sanitation, Warka Drone, Warka House, Warka Filter & Distribution.	warkawater.org
Llantas para bicicleta	Big Rep / Alemania	Mediante el uso de un material llamado pro flex, la empresa alemana desarrolló el prototipo de llantas que pueden ser hechas mediante impresión 3D. El diseño de las llantas con forma de panal les permite circular por cualquier terreno sin riesgos de pinchadura. No es una llanta tradicional compuesta por un neumático de caucho y la cámara de aire.	bigrep.com
Hempcrete (Concreto de cáñamo)		Es un material de construcción creado con fibras ricas en celulosa del cáñamo con cal y agua. El engrudo resultante se puede moldear para hacer paredes, ladrillos y cimientos, y posee propiedades de aislamiento. Es un material siete veces más fuerte que el concreto, más ligero, con mayor dureza, pero maleable.	heavengrown.com
Zera Food Recycler (Bote generador de composta)	W Labs Innovation / Estados Unidos	Se trata de un procesador de residuos orgánicos. Son depositados como si de un bote de basura se tratara y son transformados en composta en 24 horas.	wlabsinnovations.com
Pod Ride (Bicicleta eléctrica)	Updiggity Inc./ Suiza	Bicicleta eléctrica diseñada para resistir cualquier clima	mypodride.com
Yirego Drumi (Lavadora manual portátil)	Yirego / Canadá	Drumi es una lavadora manual con capacidad para 10 litros de agua, y 2 KG de carga de ropa. No requiere electricidad, puede ser impulsada por las manos o los pies. Evitando el desperdicio de agua y favoreciendo el ejercicio.	yirego.com
Olio (Aplicación para compartir alimentos)	Tessa Cook y Saasha Celestial / Reino Unido	Se trata de una aplicación hiperlocal que permite a los usuarios compartir con otros alimentos y objetos que ya no usan.	olioex.com
Aros para six pack biodegradables	Saltwater Brewery / Estados Unidos	Aros de sixpack hechos con los residuos orgánicos resultantes de la producción de cerveza.	saltwaterbrewery.com
Casas impresas en 3D	Icon & New Story / El Salvador y Haití	Casas creadas mediante impresión 3D en regiones pobres y con problemas de vivienda. Es una interesante solución a los problemas ambientales que la industria de la construcción causa en el mundo.	iconbuild.com
Coco Pallet (Pallets hecho de coco)	Coco Pallet International / Holanda	Pallets hechos con desechos de coco, con base 100% biológica. Estos pallets no requieren tratamientos nocivos y costosos para plagas como la fumigación con bromuro de metilo. Sólo contienen fibras naturales y ligninas. La producción de estos palets se hace en Coco Husk y generan ingresos adicionales para los agricultores locales.	cocopallet.com

Retrete en seco	Bill Gates / Durban UNAM / México	Bill Gates presentó en 2018 un prototipo de retrete que transforma los residuos fecales en fertilizante. Ese mismo año, investigadores de la UNAM presentaron un sanitario seco mecatrónico, pensado para ambientes urbanos, que se pueda mantener dentro de una casa convencional, funcionando mediante un sistema higiénico que contribuye al ahorro del agua y procesa los residuos para ser utilizados posteriormente en un proceso de compostaje. Los retretes secos existen de forma rural, la innovación es adaptarlos para las urbes.	www.gaceta.unam.mx/cr-ean-sanitario-seco-mecatronico-y-ecologico/#:~:text=Foto%3A%20cortes%C3%ADa%20de%20Alejandro%20Ram%C3%ADrez,e mplean%20para%20des echar%20los%20residuo s. gatesfoundation.org
Fertilizantes a partir de pilas	Lithium Australia / Australia	La tecnología de Lithium Australia comprende los procesos de extracción de litio SiLeach® y LieNA®, junto con la producción superior de material de cátodo y técnicas de reciclaje mejoradas para materiales de batería. Lithium Australia busca establecer un negocio de procesamiento de litio integrado verticalmente.	lithium-au.com
Reutilizado de botellas de Plástico en productos de vida útil larga	Camerún / Mundo /	Reutilizar las botellas de PET que plagan la tierra, debe pensarse para las botellas existentes, no se debe pensar en seguir las produciendo y luego buscar en que ocuparlas. Las formas de utilizarlas pueden ser múltiples, pero las de mayor impacto están pensadas en productos con largos ciclos de vida. Algunos ejemplos incluyen: elaboración de botes de pesca (Camerún). Como bloques de construcción para casas y refugios (Argelia). Para construir carreteras (Holanda, Alemania e India).	www.weforum.org/agenda/2018/06/these-indian-fishermen-take-plastic-out-of-the-sea-and-use-it-to-build-roads?fbclid=IwAR3fE0wzCUu5xGLyh_GqwrMkuPagBRfivmaXbN8JQJFj3SfbeX4vCtfrZ30
Utensilios desechables con hueso de aguacate (popotes y cubiertos)	Scott Munguía / Biofase / México	Mediante la extracción de moléculas contenidas en el hueso de aguacate, de estructura similar a los biopolímeros, pero de características biodegradables, esta empresa mexicana produce popotes y cubiertos desechables 100% biodegradables.	biofase.com.mx
Sandalias sustentables	NDAVAA / México	Calzado artesanal, realizado por una cooperativa que hace el curtido de la piel y utilizan extractos de plantas y/o cortezas de árbol para realizarlo. En las suelas reutilizan neumáticos e incluso, la cámara de los neumáticos de los aviones. Los textiles empleados en sus diseños son de fibras naturales y algunos de ellos están teñidos con tintas naturales.	mexicoexquisito.com/es/page/articulos/accesorios/ndavaa-calzado-artesanal
Vasos y tazas desechables hechas de residuos de café	Kaffeeform / Alemania	Esta empresa se dedica a fabricar tazas de café hechas con una mezcla de partículas de madera, residuos de granos de café y pegamento natural. El líquido que se produce, es inyectado en moldes y se fabrican tazas reutilizables y lavables.	Kaffeeform.com/en/
Bolsas de plástico solubles en agua	Solubag / Chile	Esta empresa chilena inventó una nueva materia prima hecha por una síntesis de carburo de calcio y gas natural. Estas bolsas son solubles en agua caliente en 5 minutos y se descomponen en moléculas de carbono y oxígeno que no tienen efectos adversos sobre la salud.	solubag.cl
NPC UK Cotton + Corn (tenis deportivo)	Reebok future / DuPont Tate & Lyle Bio Products	Se trata de un calzado deportivo elaborado desde una visión sustentable. El calzado está hecho 100% de algodón y la suela a base de maíz. El calzado tiene plantillas que se derivan del aceite de ricino y está empacado con material 100% reciclado.	glocal.mx/cotton-corn-reebok
Bloques de pavimento reforzado con plástico	Nelson Boateng / Nelplast Ghana Ltd / Ghana	Nelplast se dedica a producir bloques para pavimento mediante la mezcla de bolsas plásticas o residuos plásticos triturados y arena, creando un material altamente resistente y durable.	nelplastgh.com

Blocks-Echerhirhu (tabiques hechos con nopal)	Javier Guillén / Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro / México	Ladrillos sustentables, ligeros, resistentes, térmicos y aislantes del ruido, elaborados a partir de RSU, suelos erosionados y mezcla líquida de mucilago de nopal (baba). No requieren cocción así que no emiten GEI. La baba del nopal evita la formación de microorganismos e impide la humedad.	otech.uaeh.edu.mx/noti/index.php/materiales/ladrillo-nopal/
Biocombustible a base de nopal	Rogelio Sosa / Miguel Aké / Nopalimex / México	Gasolina patentada en el 2016. Es elaborada con biomasa obtenida del nopal que no es apto para el consumo humano. De costo menor que otro tipo de combustibles. La planta de biogás instalada en Michoacán genera energía calorífica, electricidad y biogás para vehículos automotores.	nopalimexgasyenergia.com
HyO-Cups (Vasos desechables reciclables y compostables)	Jun Aizaki / Crème design / Estados Unidos	Inspirado en la forma en que se moldean las sandías cuadradas en Japón. El calabacino se deja crecer en un molde con forma de vasos y botellas. Una vez que crece y se desmolda, su forma es funcional.	Cremedesign.com
Químicos renovables	Enerkem / Canadá	Transformación de residuos no reciclables y no compostables en etanol, metanol y otros productos químicos renovables.	enerkem.com
Zapatos hechos de sargazo y PET	Renovare Ocean / México	En 2019, esta empresa presentó un zapato elaborado con 100 gramos de sargazo y cinco botellas de PET recicladas. Contribuye a la limpieza de las playas.	renovareco.com
Fairphone (smart phone)	Fairphone / Reino Unido	Smartphones con las funciones básicas, pero cuyo desmontaje es simple. Puede ser autorreparable (incluye destornillador) y cuenta con una segunda batería para carga. Los componentes provienen de materiales reciclados y del comercio justo.	fairphone.com/es/
Ekomuro H2O/ Muro recolector de agua	Colombia	Muros recolectores de agua de lluvia. Los muros están hechos con 54 botellas de PET, interconectadas entre sí, para crear un sistema hermético, que incluso contiene algunos filtros para potabilizar el agua.	ekomuroh2o.wixsite.com/ecoh2o
Tintado textil mediante CO2	Dyecoo / Holanda	Mediante una tecnología patentada, se sustituye el uso de agua por CO2 para realizar el teñido de las telas. El CO2 utilizado se recupera para otros procesos industriales y no se generan aguas residuales.	dyecoo.com
Bioplásticos de cáscara de naranja	GECO / México	Esta empresa mexicana crea bioplásticos a partir de los residuos de cáscara de naranja, los cuales pueden ser utilizados en la industria biomedicina, envasado y embalaje, alimentos y agricultura. Los materiales son 100% biodegradables.	ecoinventos.com/mexicana-crea-plastico-con-cascara-de-naranja/
Ciudades Esponja	China	Se trata de un esfuerzo de los ministerios de vivienda y desarrollo rural-urbano, finanzas, y recursos hídricos, con el fin de hacer frente a la escorrentía de agua de lluvia, que ha exacerbado la presión sobre las aguas subterráneas.	Fuente: Foro Económico Mundial. (2018) <i>Economía circular en las Ciudades.</i>
MUD Jeans (Renta de Jeans)	Holanda	Cambiando el concepto a usuario, en lugar de dueño, esta empresa ofrece productos de alta calidad y con menor huella hídrica que otras industrias textiles. Al llegar el ciclo de vida útil del producto, se retorna la empresa y puedes continuar rentando otros jeans. La empresa se encarga del proceso de reparación, de reciclaje y de renta de las prendas.	mudjeans.eu
Algramo (venta de productos a granel)	Chile	Des 2013, la start-up vende productos a granel. Algramo incorpora tecnología RFID a su envase reutilizable llamado "envase billetera," que permite a los consumidores añadir dinero a su app Algramo y pagar sin dinero el relleno. Este esquema apela a familias de menores recursos porque los costos son 30% menores que en una base por unidad. El sistema de relleno por gramo permite a los consumidores pagar el mismo costo unitario sin considerar cuánto producto compran.	algramo.com

Ecover (biodetergente)	SC Johnson / Reino Unido	“Muy Bueno para Desperdiciarlo, “un detergente líquido para lavaplatos hecho de desperdicio de cerveza. Producido en la nueva fábrica cero desperdicios platino certificada en Bélgica, el detergente contiene 25% de agua y etanol resultado de la elaboración de cerveza.	scjohnson.com
Feel the Peel (servicio + desechables orgánicos)	Carlo Ratti / Italia	Bar de jugos que utiliza las cáscaras de naranja para fabricar sus vasos impresos en 3D. El prototipo corta las naranjas y separa la piel para producir un vaso de bioplástico desechable utilizado para beber el jugo recién exprimido. La empresa apunta a incluir nuevas funciones, como imprimir telas hechas de piel de naranja.	carloratti.com
Artículos de limpieza personal ecológicos	Mundo	La producción local de productos orgánicos ha cobrado fuerza, en virtud de reducir la generación de plásticos, reducir el impacto ecológico de la cadena de suministro. Tal como sucede con productos como los jabones orgánicos, champús en barra, desodorantes orgánicos, toallas sanitarias reutilizables. Aunque en términos de competitividad los costos aún se mantienen altos.	
Earthkeeper (botas)	Timberland	Botas remanufacturadas y pensadas para ser desmontadas para su reparación o aprovechamiento de sus materiales. Diseñadas con cuero reacondicionado, con polyester reciclado y suela de neumático.	timberland.com
Ecolana	México / Lizeth Cordero y Alejandra Valdéz	Plataforma que conecta a las personas que quieren reciclar con centros de reciclaje. El buscador incluye 28 tipos de residuos (aceite vegetal, bolsas de plástico, llantas, medicamentos, cápsulas de café, etc.)	ecolana.com.mx
Venta por unidades (granel, litros, kilogramos, etc.)	Mundo	Cada vez en más lugares del mundo se retoman los esquemas de comercio a granel, o por otras unidades como litros, kilogramos, etcétera, con el objetivo de reducir la cantidad de productos que contienen plástico.	
Polialuminio	Tetrapack / México	Con el reciclaje de envases de tetrapack, se obtiene cartón y polialuminio, que es altamente demandado en la industria de la construcción, techos, laminas para muebles, pisos, fachadas, entre otros. No cuenta con una cadena de logística inversa, por lo que la recuperación se hace con empresas aliadas.	tetrapack.com
Orange Fiber (tela de desechos cítricos)	Adriana Santonocito y Enrica Erena / Italia	Convertir desechos de cítricos en un hilo textil, se compone 50 % de fibra de celulosa de naranjas y 50 % de seda orgánica	orangefiber.it
Cuero de uvas	Vegea / Gianpiero Tessitore / Universidad de Florencia / Italia	Mediante un método patentado se produce cuero de vino. El nuevo material les ha interesado a muchas grandes marcas, de la industria textil y a compañías como Chevrolet, Honda y Volkswagen.	vegeacompany.com
CartaCrusca y Crush (papel de salvado)	Barilla / Favini	Papel hecho a partir del residuo de salvado que no se usa en la producción de pasta. CartaCrusca, es un papel fino que contiene un 20 % de residuos de salvado, reemplazando la celulosa y los materiales de relleno de fuentes vírgenes	favini.com
Too good to go (Plataforma para compra de alimentos)	Europa	Conecta clientes con establecimientos que venden los excedentes de comida a un precio más bajo, con el fin de salvar el exceso de comida que no se consume al final del día y acaba yendo directamente a la basura.	toogoodtogo.com
Jabón de aceite reciclado	Souji / España	Se encargan de reciclar y reutilizar el aceite vegetal usado convirtiéndolo en jabón tradicional casero, un jabón multiusos con aromas agradables y duraderos.	souji.es
Bike Recycling MX	México / Guillermo y Jesús García Miranda	Emprendimiento “cero emisiones” que se dedica a la recolección de residuos sólidos urbanos en la CDMX solo en bicicleta. Cuentan con una Bici Escuela Itinerante, participan en capacitaciones para enseñar la correcta separación de RSU.	bikerecyclingmx.com

Ecoblist (lámina de plástico biodegradable para fármacos)	Universidad de Costa Rica	Lámina de plástico creada de polímeros biodegradables con base en almidón de yuca, resistentes al calor y la humedad.	ecoblist.wixsite.com/web site
---	---------------------------	---	-------------------------------

Elaboración propia a partir de las paginas electronicas que se incluyen en la cuarta columna. Para más ejemplos consúltese:

One Planet Net Network. Dirección URL: www.oneplanetnetwork.org/

Lauren (octubre, 2020) "A zero waste guide to Mexico City" en *Northern Lauren* [En línea]. Dirección URL: northernlauren.com

Directorio Sustentable (Latinoamérica). Dirección URL: directoriosustentable.com

Greenpeace. *Guía de consumo responsable* 2020. Dirección URL: greenpeace.org

Lucia C. (s/a) "Impresión 3D y la ecología: 12 iniciativas que cambiarán el mundo" en *Actualidad, 3Dnatives*. Dirección URL: <https://www.3dnatives.com/es/top-10-de-iniciativas-que-combinan-la-impresion-3d-y-la-ecologia-19012016/#!>

EMF (Ellen MacArthur Foundation). (2018d). *Ejemplos de economía circular*. Dirección URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/ejemplos-economia-circular/productos>

Kowszyk, Yanina (dirección); Maher, Rajiv. (2018). *Estudios de caso sobre modelos de Economía circular e integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC*. Fundación EU-LAC. Hamburgo, Alemania. Recuperado el 10.10.2020 de <https://eulacfoundation.org/en>

Anexo 17. Matriz Energética Mundial 1990 – 2015* (ktoe)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Carbón	2220587	2207669	2317134	2990601	3649798	3842742
Gas Natural	1662187	1806624	2071233	2360022	2735952	2928795
Nuclear	525520	608098	675467	721706	718713	670172
Hídrica	184064	212766	224663	252334	296474	334851
Eólica, solar, otras	36571	42391	60262	70143	110200	203821
Biocombustibles y residuos	904162	967469	1014659	1088960	1205287	1271235
Petróleo	3233212	3373297	3669477	4010067	4127360	4328233
TOTAL	8766303	9218314	10032895	11493833	12843784	13579849

Ktoe = Kilotonne of Oil Equivalent (Miles de millones de barriles de petróleo equivalente).

1 Ktoe = 1163000 kWh (Kilowatt por hora).

Matriz Energética Mundial 1990 – 2015 (% sobre la matriz energética total por año) **

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Carbón	25.3%	23.9%	23.1%	26.0%	28.4%	28.3%
Gas Natural	19.0%	19.6%	20.6%	20.5%	21.3%	21.6%
Nuclear	6.0%	6.6%	6.7%	6.3%	5.6%	4.9%
Hídrica	2.1%	2.3%	2.2%	2.2%	2.3%	2.5%
Eólica, solar, otras	0.4%	0.5%	0.6%	0.6%	0.9%	1.5%
Biocombustibles y residuos	10.3%	10.5%	10.1%	9.5%	9.4%	9.4%
Petróleo	36.9%	36.6%	36.6%	34.9%	32.1%	31.9%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

*Fuente: IEA. (2020). *Balance de Energía Mundial 2020*.

**Elaboración propia a partir de IEA. (2020). *Balance de Energía Mundial 2020*.

Anexo 18. Energía Primaria: Consumo por tipo de combustible* por regiones.

(Exajoules)												
	2018						2019					
	Petróleo	Gas Natural	Carbón	Energía Nuclear	Hidroeléctrica	Renovables	Petróleo	Gas Natural	Carbón	Energía Nuclear	Hidroeléctrica	Renovables
Total - Norte América	45.18	36.93	14.50	8.62	6.33	6.22	44.78	38.07	12.41	8.59	6.03	6.70
Total - Sur & Centro América	11.92	6.12	1.43	0.20	6.43	2.44	11.86	5.95	1.48	0.22	6.37	2.73
Total - Europa	30.46	19.73	12.92	8.37	5.79	7.50	30.40	19.95	11.35	8.28	5.66	8.18
Total - CIS	8.24	20.96	5.54	1.85	2.19	0.02	8.37	20.65	5.53	1.88	2.21	0.03
Total - Medio Oriente	17.31	19.65	0.39	0.06	0.13	0.07	17.80	20.10	0.40	0.06	0.30	0.12
Total - África	8.07	5.36	4.41	0.10	1.17	0.29	8.28	5.40	4.47	0.13	1.18	0.41
Total - Asia Pacífico	70.27	29.92	119.62	4.96	15.31	9.29	71.54	31.32	122.22	5.77	15.90	10.81
Total Mundial	191.45	138.66	158.79	24.16	37.34	25.83	193.03	141.45	157.86	24.92	37.66	28.98
De los cuales OCDE	90.32	63.24	36.19	17.62	12.75	15.27	89.63	64.84	32.10	17.77	12.32	16.77
No-OCDE	101.13	75.42	122.61	6.54	24.59	10.55	103.40	76.61	125.75	7.16	25.34	12.21
Unión Europea	26.49	16.46	9.37	7.40	3.12	6.97	26.39	16.90	7.69	7.33	2.94	7.54
* En esta revisión, la energía primaria comprende los combustibles comercializados, incluidas las energías renovables modernas que se utilizan para generar energía.												
La energía de todas las fuentes de generación de energía no fósil se contabiliza sobre una base de insumos equivalentes. Cfr. bp.com/statisticalreview para más detalles sobre la metodología.												
^ Menor a 0.005.												
Fuente: Resumido de BP. (2020). <i>Statistical Review of World Energy 2020</i> .												

Anexo 19. Medidas fiscales y no fiscales en materia ambiental usadas por algunas ciudades.

CIUDAD	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
Nueva York	Tarifa por manejo de neumáticos residuales	Tarifa de 2.50 dólares por neumático desechado. Minoristas de llantas, concesionarios y talleres de reparación de automóviles, deben cobrar la tarifa por la mayoría de las llantas nuevas vendidas. Deben remitir a las autoridades 2.25 dólares por cada llanta vendida cuando presenten la declaración de tarifa de manejo de llantas de desecho. El minorista se queda con los 0.25 dólares restantes para cubrir sus costos administrativos. La tarifa se aplica a todas las llantas nuevas para su uso en casi todos los vehículos, incluidos automóviles, camiones, autobuses y motocicletas. (Brears, 2018)

Croacia	Impuesto a Desechos Peligrosos	<p>Tarifa de 100 HRK (equivalente a 15.45 dólares) por tonelada de residuos peligrosos generados, pero no tratados o no exportados. El monto por residuos peligrosos se calcula utilizando la fórmula $N = N_1 \times P \times k_k$</p> <p>Donde: N es el importe del cargo por residuos peligrosos en HRK; N_1 es el cargo por tonelada de residuos peligrosos generados, pero no tratados o no exportados (cargo unitario); P es la cantidad de residuos peligrosos generados, pero no tratados o no exportados en cada año calendario; k_k es el coeficiente de corrección en función de las propiedades de los residuos peligrosos. (Brears, 2018)</p>
Malasia	Esquema de Financiamiento para Tecnología Verde	<p>Mediante este esquema se ofrecen préstamos blandos a productores y usuarios en los cuatro sectores clave: energía, agua, gestión de residuos, construcción y transporte. El préstamo es respaldado por el gobierno con la tasa de interés determinada por la institución financiera participante: el gobierno soporta el 2% del interés / beneficio total cobrado por la institución financiera. El monto máximo de financiamiento disponible para las empresas productoras es de 100 millones de RM (equivalente a 24 millones de dólares) mientras que las empresas usuarias disponen de un monto máximo de 10 millones de RM, con la duración del préstamo fijada en 15 años para los productores y 10 años para los usuarios.</p>
Corea	Esquema de Comercio de Emisiones de Corea (K-ETS)	<p>K-ETS comenzó en 2015 para reducir las emisiones nacionales en un 37% por debajo de sus niveles de emisiones habituales para 2030. Cuenta con 2 fases: Fase I (2015-2017), el 100% de las asignaciones son gratuitas; Fase II (2018-2020) el 97% son asignaciones gratuitas. Las empresas cuyas emisiones anuales totales sean de 125.000 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e) o más o las empresas con establecimientos cuyas emisiones anuales sean de 25.000 tCO₂e o más están sujetas a los límites establecidos en el K-ETS. El esquema tiene tres tipos de créditos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Unidades de asignación de Corea (KAU): son asignaciones a una empresa sujeta a objetivos en el marco del K-ETS. 2) Crédito de compensación de Corea (KOC): se convierten de reducciones de emisiones certificadas emitidas por el Mecanismo de desarrollo limpio (MDL) para las reducciones de emisiones logradas por proyectos MDL bajo el Protocolo de Kioto u otras compensaciones aprobadas por el gobierno coreano. Los KOC pueden negociarse tanto entre el sistema de comercio de emisiones (ETS) como entre entidades que no pertenecen al ETS, pero no pueden negociarse en la Bolsa de Corea. Los KOC no se pueden enviar al gobierno para el cumplimiento de los objetivos de K-ETS. 3) Unidad de Crédito de Corea (KCU): las KCU son créditos convertidos de KOC y se pueden enviar al gobierno para que cumpla con los objetivos de K-ETS. Los KOC se pueden reclamar y comerciar entre entidades de ETS únicamente y se pueden comercializar en la Bolsa de Corea. <p>Las entidades cubiertas pueden utilizar compensaciones para cumplir con hasta el 10 por ciento de sus obligaciones de reserva. En la Fase I y la Fase II, solo se aceptan compensaciones nacionales. En la Fase III planificada, se permitirá el uso de créditos de compensación internacionales, pero solo hasta la mitad de las compensaciones presentadas pueden ser créditos de compensación internacionales. Durante la Fase I, el precio medio de cierre de las KAU negociadas en la Bolsa de Corea entre enero de 2015 y junio de 2016 fue de KRW 16.520 / tCO₂e con precios que alcanzaron 21.000 / tCO₂e. Durante la Fase I y la Fase II, las empresas, distintas de las sujetas a límites según el K-ETS, excepto el Banco de Desarrollo de Corea, el Banco Exim de Corea y el Banco Industrial de Corea, no pueden abrir cuentas de negociación de asignaciones en el K-ETS.</p>
California	Ley de Reciclaje Comercial Obligatorio	<p>Se enfoca en reducir las emisiones de GEI mediante el incremento de la cantidad de desechos comerciales reciclados. Está diseñado para lograr una reducción de cinco millones de tCO₂e métricas.</p> <p>Como parte de los requisitos, todas las empresas, las entidades públicas que generen cuatro yardas cúbicas o más de desechos sólidos comerciales por semana, y, viviendas residenciales multifamiliares de cinco unidades o más, deberán organizar los servicios de reciclaje. Las empresas pueden elegir cualquiera de las siguientes combinaciones para reutilizar, reciclar, compostar o desviar los desechos sólidos de la eliminación: Autotransporte; suscríbete a un transportista; organizar la recogida de materiales reciclables; suscríbete a un servicio de reciclaje que puede incluir el procesamiento de residuos mixtos que produce resultados de desviación comparables a la separación en origen.</p>
Hong Kong	Compras verdes	<p>Desde 2000, el gobierno ha exigido a las oficinas y departamentos que consideren las consideraciones medioambientales al adquirir bienes y servicios. Específicamente, se alienta a las oficinas y departamentos a evitar los artículos de un solo uso y comprar productos: con mejor reciclabilidad, alto contenido reciclado, empaque reducido y mayor durabilidad; con mayor eficiencia energética; que utilizan tecnología limpia y / o combustibles limpios; que</p>

		<p>resultan en un consumo reducido de agua; que emiten menos sustancias irritantes o tóxicas durante la instalación o el uso; y que resultan en una menor producción de sustancias tóxicas, o de sustancias menos tóxicas, al momento de su eliminación.</p> <p>Para la compra de artículos de uso común, el gobierno ha adoptado especificaciones obligatorias cuando los artículos están disponibles en el mercado con rangos adecuados de modelos y cantidades de suministro. Para los artículos con disponibilidad de mercado incierta, las especificaciones ecológicas se incluyen en las especificaciones de licitación como "deseables". Se invita a los licitadores a indicar en su oferta si estos artículos pueden cumplir con estas características ecológicas y, cuando corresponda, presentar documentos de respaldo para su verificación. El panel de evaluación de licitaciones evaluará las ofertas de licitación. Cuando haya dos o más ofertas, que sean idénticas en todos los aspectos, se dará preferencia a la que pueda cumplir con las especificaciones ecológicas deseables.</p>
Vancouver	Programa de Demostración Ecológica y Digital,	<p>Este programa brinda a las empresas y las start-ups acceso a los recursos de la ciudad de Vancouver, incluidos edificios, calles, vehículos e infraestructura digital para probar productos y mostrar oportunidades. La Comisión Económica de Vancouver (VEC) y la ciudad de Vancouver, prestan tiempo al personal para apoyar el lanzamiento y la implementación de proyectos piloto. VEC recopila y selecciona aplicaciones, guía a los candidatos seleccionados a través del proceso de demostración y promueve proyectos exitosos. La ciudad es responsable de brindar apoyo y tiempo del personal para administrar la instalación y operación del piloto en los activos disponibles, que podrían ser instalaciones físicas en los activos de la ciudad o la implementación y prueba del programa digital por parte del personal de la ciudad. Con solo un número limitado de lugares disponibles en el programa, las solicitudes se evalúan en lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Escalabilidad. la empresa y la tecnología pueden ampliarse, generar ventas futuras y crear empleos locales. 2) Impacto ambiental (para solicitantes verdes). Se proyecta un impacto directo y medible sobre el medio ambiente. 3) Implementabilidad. Los productos y las empresas están listos para el mercado y son totalmente compatibles con un activo de la ciudad disponible. 4) Riesgo mínimo. La tecnología ha sido examinada por un tercero interesado. 5) Sin costo directo. La ciudad no incurrirá en costos directos o incrementales para la implementación.
Italia	El Clúster de Tecnología Nacional de Química Verde.	<p>En 2012, Italia identificó ocho grupos tecnológicos permanentes con el objetivo de crear vínculos más estrechos entre la industria, las universidades y las instituciones regionales y nacionales. El Clúster de Tecnología Nacional de Química Verde: Procesos y Recursos Sostenibles para la Innovación y el Crecimiento Nacional (SPRING) tiene como objetivo desencadenar el crecimiento y el desarrollo de las industrias de base biológica en Italia a través de la revitalización de la química italiana en nombre de la economía ambiental, social y económica. sustentabilidad. Las áreas en las que se centra SPRING incluyen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Recursos renovables como materia prima: 2) Determinación de las especies locales más apropiadas (desechos o cultivos dedicados) para usar en los procesos de biorrefinería. 3) Biorrefinerías: Creación de biorrefinerías de tercera generación en áreas locales para obtener productos de alto valor como bioquímicos y biomateriales. 4) Bioproductos: Desarrollo y promoción de nuevos bioproductos (obtenidos parcial o totalmente a partir de recursos renovables) de bajo impacto ambiental. 5) Apoyar actividades de I + D + i: Apoyar actividades que contribuyan al crecimiento de inversiones en tecnologías innovadoras y en plantas piloto para estimular la bioeconomía a nivel regional y nacional.
Singapur	Serie de Intercambio Profesional (PSS) del Instituto Ambiental de Singapur (SEI)	<p>El objetivo es promover un intercambio dinámico de conocimiento ambiental entre la Agencia Nacional del Medio Ambiente y las industrias, académicos y empresas. PSS es una plataforma de intercambio de conocimientos donde SEI invita a profesionales en sus respectivos campos a compartir sus conocimientos, experiencia y perspectivas sobre temas ambientales. Los temas cubiertos incluyen tecnologías ambientales emergentes, enfoques de gestión ambiental y buenas prácticas ambientales.</p>

Suecia	Programa de Entrenadores para Energía y Clima	Este programa ofrece asesoría gratuita a las PYMES que tienen un uso anual de energía inferior a 300.000 kilovatios hora (kWh) para reducir su consumo de energía. Las empresas que se unen al programa reciben la visita del entrenador y una revisión del uso de energía de la empresa. La empresa recibirá sugerencias sobre las áreas que tienen el mayor potencial para reducir el uso de energía. Además, se proporcionará a la empresa asesoría individual para implementar medidas específicas de eficiencia energética, seguimiento y apoyo en la implementación de las medidas sugeridas. Durante el programa, se invita a las empresas a conocer otras empresas involucradas en el mismo, creando plataformas de comunicación para compartir experiencias y buenas prácticas.
Irlanda del Norte	Programa de Apoyo al Desarrollo Sostenible	Proporciona hasta cinco días de asistencia de consultoría gratuita para ayudar a las empresas a aumentar la eficiencia de los recursos y reducir el desperdicio. Se apoya a empresas con un gasto total en recursos de más de 38.000 dólares al año. La consultoría puede ayudar a las empresas a desarrollar casos de negocio sólidos para proyectos individuales, proporciona habilidades de gestión de proyectos, gestionar la compra e instalación de nuevos equipos, definición de especificaciones de equipos y/o procesos, identificación de proveedores de bienes y servicios, fomentar los esfuerzos colaborativos con otras empresas del ámbito energético.
Finlandia	Acuerdo Voluntario de Eficiencia Energética (2017-2025)	Es un esquema elegido conjuntamente por el gobierno y las asociaciones industriales/municipales para cumplir con las obligaciones de eficiencia energética de la UE establecidas para Finlandia. El esquema crea un crecimiento verde y mercados abiertos para soluciones de tecnología limpia. En el marco del esquema se firmaron cuatro convenios para diferentes sectores con el fin de comprometerlos a mejorar su eficiencia energética, cada sector establece un objetivo indicativo de ahorro energético cuantitativo (MWh) de 2017 a 2025 (7.5%) y un objetivo intermedio para 2020 (4%). Los sectores participantes son: 1) Industrias (industria, sector energético y sector de servicios privados). las empresas se adhieren al acuerdo en su propia rama industrial (energía, alimentos y bebidas, química, tecnología, madera, producción de energía, servicios energéticos, comercio de automóviles, reparaciones y comercio). 2) Inmobiliario. Adhesión independiente al Plan de acción de viviendas de alquiler o inmuebles comerciales. 3) Municipal. Convenio entre el gobierno nacional y los municipios. 4) Petrolero (distribución de combustibles líquidos para calefacción). Convenio entre el Ministerio de Empleo y Economía, el Ministerio de Medio Ambiente, la Asociación Finlandesa de Petróleo y Biocombustibles y los principales distribuidores de combustibles líquidos para calefacción.
Nueva Zelanda	Certificación Environmental Choice	Environmental Choice es la etiqueta ambiental oficial de Nueva Zelanda, iniciada y respaldada por el gobierno, pero operada de forma independiente. La etiqueta identifica productos y servicios que tienen un menor impacto en el medio ambiente, compromiso continuo con el medio ambiente y contribuyen a una economía más sostenible. Los consumidores pueden confiar en la etiqueta, ya que aplica una evaluación rigurosa de varios criterios, analiza todo el ciclo de vida del producto, incluye un proceso de certificación de un tercero independiente y está sujeta a una revisión independiente para garantizar el cumplimiento con la ISO y la norma ISO14020/24. Todos los productos y servicios que llevan la etiqueta Environmental Choice deben completar una auditoría anual.
Victoria, Australia	Calculadora Interactiva para Reciclaje en el Ciclo de vida (Life Cycle Kerbside Recycling Calculator)	Esta calculadora está diseñada para que el gobierno local, las empresas y los hogares comprendan la importancia del reciclaje, no solo en el uso de materiales sino también en otras áreas ambientales. La versión "en la acera" de la calculadora requiere que los grandes usuarios ingresen los flujos de material en toneladas, mientras que la versión "doméstica" requiere que los usuarios ingresen los materiales utilizados semanalmente. Ambas versiones calculan el beneficio ambiental anual derivado del reciclaje de los productos, incluidas las reducciones de GEI y el ahorro de agua y energía.
Estados Unidos	Seminario web de la Agencia de Protección Ambiental sobre sustentabilidad en las cadenas de suministro.	Seminario web de la Agencia de Protección Ambiental sobre mejores prácticas para mejorar la sustentabilidad ambiental en las cadenas de suministro. Se incluyeron tres empresas líderes que destacaron la importancia de involucrar y recompensar a los proveedores para impulsar la sustentabilidad, las formas de alinear y aclarar los valores para los proveedores, las formas de incentivar a los proveedores para que cumplan con los criterios clave ambientales y de salud y seguridad, y las formas de generar apoyo organizacional interno para participar proveedores en sustentabilidad.

Calgary, Canadá	Premio al Logro Ambiental de Calgary	Reconoce las contribuciones ambientales realizadas por personas u organizaciones, incluidas empresas y corporaciones con sede en Calgary, que reducen los impactos y/o restauran el entorno natural de la ciudad. El premio reconoce las contribuciones ambientales innovadoras, incluida la aplicación de tecnología verde avanzada, así como iniciativas de gestión ambiental que conservan los recursos naturales, reducen la contaminación (aire, tierra y agua) y promueven la gestión ambiental.
Canadá	Regulaciones sobre la Responsabilidad Extendida del productor.	Todos los fabricantes, minoristas, distribuidores y otros proveedores de ciertos productos deben participar en planes de administración de productos aprobados. Por ejemplo, Call2Recycle Canada, Inc. ha aprobado planes de administración de productos para baterías domésticas / de consumo en Columbia Británica, Manitoba y Quebec. Las partes están obligadas a participar en el esquema si responden afirmativamente a una o más de las siguientes preguntas en la provincia respectiva en la que se encuentran: Columbia Británica / Manitoba: ¿La parte es fabricante, vendedor / distribuidor o importador? Quebec: ¿La parte es una empresa, propietario de una marca o importador?
Nueva York	Urbantech NYC (Knowledge Transfer Networks)	El programa <i>Urbantech NYC</i> de la Corporación de Desarrollo Económico de la Ciudad de Nueva York ofrece a los empresarios espacio de oficina, equipos y una variedad de recursos para que puedan abordar algunos de los desafíos urbanos más urgentes de la ciudad de en sectores de energía, desechos, transporte, alimentos, agua y entorno construido. Urbantech NYC proporcionará: 1) 9,290 m ² de espacio de oficina privada y de trabajo compartido para empresas en todas las etapas del ciclo de crecimiento. 2) Equipo de prueba y prototipo de ubicación conjunta para el desarrollo rápido de productos en el lugar. 3) Servicios de apoyo a inquilinos como talleres de habilidades comerciales, programas de tutoría y "días de demostración" organizados. 4) Eventos específicos del sector dirigidos a fortalecer las comunidades de tecnología limpia y ciudades inteligentes en la ciudad de Nueva York. 5) Programas de desarrollo de la fuerza laboral local y una línea de talento para las empresas miembro. 6) Acceso a una red de primer nivel de instituciones académicas, inversores, planificadores corporativos y ciudades agencias.
Bruselas	Herramienta de información Greencheck	Greencheck de Bruselas permite a los clientes de electricidad comprobar la parte de su suministro eléctrico que es verde. Para utilizar la herramienta, los clientes ingresan su código de electricidad, del cual recibirán un porcentaje de suministro verde. Para probar el origen de la electricidad verde los proveedores están obligados a hacer lo siguiente: 1) Comunicar mensualmente al operador del sistema de distribución y/o transmisión la lista de clientes abastecidos con electricidad verde e indicar a cada cliente la participación de la electricidad verde en el suministro total de electricidad. 2) Para cada período, envían etiquetas de garantía de origen (por MWh) para la electricidad verde que hayan suministrado durante el período. 3) Las autoridades aprueban la proporción de electricidad verde en combinación con combustibles de los proveedores solo usando las etiquetas de garantía de origen.
Bruselas	Programa Regional de Bruselas para una Economía Circular llamado comúnmente Be Circular	Programa de cuatro años iniciado en 2016. La iniciativa se enfoca en cinco sectores económicos clave: comercio minorista, logística, agua y recursos, alimentos, construcción y entorno de la construcción. El programa ofrece asesoramiento, financiamiento y de marketing para proyectos empresariales de economía circular que son técnica y económicamente viables, y beneficiosos para el empleo local. Se emite una convocatoria anual para proyectos con un presupuesto aproximado de 1.5 millones de euros.
Cremona, Italia	Tarifa sobre residuos no reciclables	La ciudad está probando la introducción de una tarifa sobre los residuos no reciclables. Los residentes reciben bolsas de basura de color naranja de 60 litros, cada bolsa adicional usada causa un incremento en la tarifa de recolección. Cremona también está coordinando UrbanWINS un proyecto europeo lanzado en 2016 para analizar estrategias en 24 ciudades europeas con el fin de destacar los más innovadores, se incluyen socios como universidades, empresas y ONGs. Con este proyecto se estudia cómo fluyen los materiales a través de las ciudades para comprender mejor de lo que se produce, consume y desecha, para ayudar a las ciudades a definir estrategias y planes para prevenir y gestionar los residuos.

Ámsterdam	Plan de Acción de una Economía Compartida	Está diseñado para que la ciudad, los negocios y los residentes puedan cosechar los beneficios de compartir plataformas mientras también identifican y mitigan riesgos no intencionales. Trabaja en conjunto con otras iniciativas ciudadanas, como <i>Startup Amsterdam</i> , que están diseñadas para fomentar y mejorar el entorno de empresas emergentes y los negocios de la ciudad.
Austin, Estados Unidos	Mercado de Materiales	Está diseñado para atraer a usuarios de diferentes sectores, dado que los materiales que una compañía descarta pueden ser un aporte valioso para otra. Los materiales promovidos y buscados en el Mercado de Materiales incluyen materiales de construcción y demolición, plásticos, productos orgánicos y envases. Más de 500 compañías, instituciones y organizaciones sin fines de lucro son participantes del Mercado de Materiales. Este proyecto fue financiado con 175 mil dólares durante los dos primeros años, y se ha reducido ya que lo que se busca es la autosostenibilidad del mismo. Entre los resultados reportados por este proyecto están más de 400 toneladas de material que no llegó a los vertederos y más de 950 millones de toneladas de emisiones de CO ₂ eq ahorradas. En el programa se incluye la provisión de una Guía de recursos empresariales de reutilización y reciclaje, y en la actualidad se trabaja en fortalecer el marco legislativo de la ciudad mediante una Ordenanza de reciclaje universal.
Glasgow, Escocia	Circular Glasgow	En septiembre del 2015, la Cámara de comercio de Glasgow se asoció con Zero Waste Scotland, la Municipalidad de Glasgow y Circular Economy (consultoría). Además de compartir su experiencia en economía circular, Zero Waste Scotland proporcionó financiamiento, la Municipalidad de Glasgow proporcionó datos sobre la ciudad. Circular Glasgow fue el punto de partida para un programa más amplio de trabajo en ciudades y regiones en toda Escocia, liderado y financiado por Zero Waste Scotland, en asociación con cámaras de comercio locales y otros actores clave locales. Los aprendizajes y la experiencia provenientes de Circular Glasgow se han adaptado y desarrollado para que encajen con diferentes ciudades y regiones, y en este momento se ha dado inicio a programas completos de actividad regional en las siguientes áreas: Circular Tayside (Dundee, Perth & Angus); Circular North East (Aberdeen y Aberdeenshire); y Circular Edimburgo. Glasgow organizó un Desafío de Laboratorio Circular en 2018. Circular Glasgow ha involucrado a más de 650 empresas a través de sus actividades.
Londres	Advance London	Un programa de economía circular que ofrece servicios de asesoría empresarial y pautas para inversiones, dirigidos a PyME que cumplen con criterios específicos de tamaño, ventas y enfoque, en sectores clave de la construcción, alimentos, textil, productos eléctricos y plásticos. En el 2017, la Junta de Desechos y Reciclaje publicó la Hoja de Ruta de la Economía circular de Londres.
Elaborado a partir de Brears (2018), EMF, (2019a), EMF, (2019b), FEM (2018).		

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbé Izuel, Esther. (1995). *Relaciones Internacionales*. Editorial Tecnos. Madrid, España. PP. 260.
- Brears, Robert C. (2018). *Natural Resource Management and the Circular Economy*. Palgrave Macmillan. Cham, Suiza. 2018. 236 PP.
- Cazadero, Manuel. (1995). *Las Revoluciones Industriales*. FCE. México. 228 PP.
- Córdoba Kuthy, Alfredo. (2018). *Apuntes Introductorios al Seminario de Titulación I: Relaciones Económicas Internacionales*. UNAM. México. 177 PP.
- Díaz Coutiño, R. (2015). *Desarrollo sustentable: una oportunidad para la vida*. 3a ed. McGraw Hill Education. México. 302 PP.
- El-Haggar, Salah. (2007). *Sustainable Industrial Design and Waste Management: Cradle-to-Cradle for Sustainable Development*. Academic Press. Estados Unidos. 370 PP.
- Gallaud, Delphine; Laperche, Blandine. (2016). *Circular Economy, Industrial Ecology and Short Supply Chain*. Vol. 4. ISTE Ltd. Reino Unido. 124 PP.
- Hill, Charles W. L. (2015). *Negocios Internacionales: Cómo competir en el mercado global*. 10ª Edición. McGraw-Hill Education. México. 643 PP.
- Keohane, Robert O.; Nye, Joseph S. (1988) *Poder e interdependencia: la política mundial en transición*. Grupo Editor Latinoamericano. Buenos Aires, Argentina. 350 PP.
- Lacy, Peter; Rutqvist, Jakob. (2015). *Waste to wealth: the circular economy advantage*. Editorial Palgrave Macmillan. Nueva York, EU., 264 PP.
- Leff, Enrique. (1998). *Saber Ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI Editores. México. 285 PP.
- Managi, Shunsuke; Kuriyama, Koichi. (2017). *Environmental Economics*. Editorial Routledge, Nueva York, E.U., 232 PP.
- Pérez Campuzano, Enrique; Valderrábano Almegua, María de la Luz. (Compiladores). (2011). *Medio ambiente, sociedad y políticas ambientales en el México contemporáneo: Una revisión multidisciplinar*. Editorial Miguel Ángel Porrúa. México. 218 PP.
- Rojas Hernández, Jorge; Parra Barrientos, Oscar. (Coordinadores). (2003). *Conceptos Básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable*. GTZ-INET. Buenos Aires, Argentina. 362 PP.
- Solomon, Robert. (2000). *Dinero en marcha: La Revolución en las finanzas internacionales a partir de 1980*. Editorial Granica. España, 317 PP.
- Tello, Carlos; Ibarra, Jorge. (2013). *La revolución de los ricos*. México. UNAM.
- Ulrich, Beck. (1999). *¿Qué es la globalización? Falacias del globalismo, respuestas a la globalización*. Paidós. Colección Estado y Sociedad. Barcelona, España. 299 PP.
- Zhexembayeva, Nadya. (2014). *La estrategia del océano esquilado: Cómo impulsar la innovación para adaptarse a la nueva economía circular*. Editorial Libros de Cabecera. Barcelona, España, 170 PP.

Revistas o Artículos electrónicos

Angus, Alison; Westbrook, Gina. (2020). *Las 10 principales tendencias globales de consumo para 2020*. Euromonitor Internacional. Recuperado el 09.08.2020 de <http://canipec.org.mx/wp-content/uploads/2020/02/wpGCT2020SP-v0.4.pdf>

Atilio de la Orden, Eduardo. (2009). *Contaminación*. Editorial Científica Universitaria - Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina. 34 PP. Recuperado el 14.07.2018 <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/007-contaminacion.pdf>

Ávila Akerberg, Andrés Emilio; (2013) "Estrategias de políticas públicas para el desarrollo sustentable". FCPyS-UNAM. 21 pp.

BCN. (noviembre, 2017). "La contaminación del aire en Asia Pacífico y las medidas para reducir la polución" en *Programa Asia Pacífico* [En línea]. Consulta del 08.10.2018 en <https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/comtaminacion-aire-asia-pacifico-polucion>

Bourguignon, Didier. (enero, 2016). *Circular economy package Four legislative proposals on waste*. Parlamento Europeo. Recuperado del 13.10.2020 de <https://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS-Briefing-573936-Circular-economy-package-FINAL.pdf>

Burgo Bencomo, Odalys Bárbara; Gaitán Suazo, Vladimir; Yanez Sarmiento, Janneth; Zambrano Morales, Ángel Alberto; Castellanos Pallerols, Graciela. (2019). "La Economía circular una alternativa sostenible para el desarrollo de la agricultura" en *Revista Espacios*, Vol. 40 (Nº 13). [En línea] Consulta del 14.05.2020 de <https://www.revistaespacios.com/a19v40n13/a19v40n13p02.pdf>

CEPAL. (2013). Información histórica - Evolución de las ideas de la CEPAL. [En línea]. Consulta del 12.03.2020 de <https://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=%2Fnoticias%2Fpaginas%2F4%2F13954%2FP13954.xml&xsl=%2Ftpl%2Fp18fst.xsl&base=%2Ftpl%2Ftop-bottom.xsl>

Cerdá, Emilio; Khalilova, Algún. (2016) "Economía circular, estrategia y competitividad empresarial: Economía circular" en *Ei*, Núm. 401. PP. 11-20. Recuperado el 23.07.2018 de <http://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>

Chancel, Lucas; Piketty, Thomas. (noviembre, 2015). *Carbono y desigualdad de Kioto a París: Tendencias en la desigualdad de las emisiones de carbono (1998 – 2013). y perspectivas para un fondo de adaptación equitativo*. Recuperado del 08.08.2020 de <http://piketty.pse.ens.fr/files/ChancelPiketty2015.pdf>

Comunica RSE. (junio, 2011). "¿Qué es y cómo se mide la huella hídrica de una empresa?" en *Comunicación de Responsabilidad & Sustentabilidad Empresaria* [En línea] Consulta del 08.10.2018 en <http://www.comunicarseweb.com.ar/biblioteca/que-es-y-como-se-mide-la-huella-hidrica-de-una-empresa>

Communication Oceans. (2017). *Los 10 animales marinos en peligro de extinción*. Oceans World Exhibition. Consulta del 28.08.2018 en <http://www.oceansworldexhibition.com/los-10-animales-marinos-en-peligro-de-extincion/>

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. (1972). *Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano*. [En línea] Recuperado el 10 de marzo de 2018 de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf>

CUESA (Center for Urban Education about Sustainable Agriculture). (2020). *10 maneras en que los agricultores están salvando el agua*. [En línea] Consulta del 06.06.2020 de <https://cuesa.org/article/10-ways-farmers-are-saving-water>

Deen, Thalif. (enero, 2013). "AGUA: El futuro de Medio Oriente está en el oro transparente" en *Inter Press Service* [En línea]. Consulta del 08.10.2018 de <http://www.ipsnoticias.net/2013/01/agua-el-futuro-de-medio-oriente-esta-en-el-oro-transparente/>

Del Arenal, Celestino. (marzo, 1989). "La teoría de las relaciones internacionales hoy: debates y paradigmas" en *Revista Estudios Internacionales*. Vol. 22. Núm. 89. Instituto de Estudios Internacionales Universidad de Chile. Recuperado el 22.10.2020 de <https://revistaei.uchile.cl/index.php/REI/article/view/15594>

Eco America. (octubre, 2016). "Problemas sociales y ambientales en América Latina" en *Ecoticias* [En línea]. Consulta del 08.10.2018 de <https://www.ecoticias.com/eco-america/127699/Problemas-ambientales-sociales-America-Latina>

EcuRed. (2010) "Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992)" en *EcuRed: Conocimiento con todos y para todos*. Consulta del 05.11.2018 de <https://www.ecured.cu/Cumbre-de-la-Tierra-en-R%C3%ADo-de-Janeiro>

EMF (Ellen MacArthur Foundation). (2017a) *Hacia una Economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada*. 21 PP. Recuperado el 23.08.2018 de https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF_Spanish_exec:pages-Revise.pdf

EMF (Ellen MacArthur Foundation). (2018a) *Economía circular: Escuelas de Pensamiento*. Consulta de 14.07.2018 de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/schools-of-thought/>

EMF (Ellen MacArthur Foundation). (abril, 2018c). *Water and Circular Economy White Paper*. Recuperado el 30.12.2019 de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/ce100/Water-and-Circular-Economy-White-paper-WIP-2018-04-13.pdf>

EMF (Ellen MacArthur Foundation). (marzo, 2019a). *Circular economy in cities*. Recuperado el 23.09.2020 de <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/our-work/activities/circular-economy-in-cities>

EMF (Ellen MacArthur Foundation). (marzo, 2019b). *Gobiernos de ciudades y su función para habilitar una transición hacia una economía circular: Una visión general sobre los instrumentos de políticas urbanas*. Recuperado el 23.09.2020 de <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/our-work/activities/circular-economy-in-cities>

Esteve, Jovi. (julio, 2014). "¿La niebla de Londres?" En *El País* [En línea]. Consulta del 08.10.2018 de https://elpais.com/elpais/2014/07/19/actualidad/1405793744_428762.html

FAO (Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2006). *La larga sombra del ganado*. Consulta del 15.08.2020 <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>

FAO (Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). *Alimentación*. [En línea]. Consulta del 15.08.2020 de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/food/index.html>

FEM (Foro Económico Mundial). (2018). *Circular Economy in Cities: Evolving the model for a sustainable urban future*. Recuperado el 09.03.2018 de <https://www.weforum.org/whitepapers/circular-economy-in-cities-evolving-the-model-for-a-sustainable-urban-future>

Foncillas, Adrián. (noviembre, 2017). "El clima tiene un problema en Asia" en *El Periódico* [En línea]. Consulta del 08.10.2018 de <https://www.elperiodico.com/es/medio-ambiente/20171118/china-india-contaminacion-emisiones-co2-6433426>

Forti V.; Baldé C.P.; Kuehr R.; Bel G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University (UNU), United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU). & International Solid Waste Association (ISWA). Bonn, Génova, Rotterdam. 119 PP. Recuperado el 02.07.2020 de <http://ewastemonitor.info/download-2020/>

Fridolin, Krausmann; Gingrich, Simone; Eisenmenger, Nina; Erb, Karl-Heinz; Haberl, Helmut; Fischer-Kowalski, Marina. (2009). "Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century" en *Ecological Economics*, Núm. 68 (10)., Recuperado el 23.07.2018 de <https://www.researchgate.net/publication/222430349> Growth in global materials use GDP and population during the 20th century

García Ayala, María de los Dolores. (2013). *La industria del plástico en México y su reciclaje, el caso del PET*. Tesis para obtener el grado de Licenciada en Sociología. FCPyS-UNAM. México. 177 PP. Recuperado el 28.02.2018 de www.tesis.unam.mx

Generalitat de Catalunya. (2009). *¿Qué efectos causan los COP?* Disponible en Generalitat de Catalunya [En línea] Consulta del 18.12.2019 en http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/empresa_i_produccio_sostenible/substancies_qui_miques/contaminants_organics_persistents_cop/quins_efectes_causen_els_cop/

Gerbens-Leenes, P.W.; Hoekstra, Arjen. (marzo, 2008). *Business Water Footprint Accounting: A tool to Assess how Production of Goods and Services Impacts on Freshwater Resources Worldwide*. UNESCO-Institute for Water Education. Consulta del 10.10.2020 de <https://www.waterfootprint.org/Report/Report27-BusinessWaterFootprint.pdf>

Global Justice Now; (17 de octubre, 2018) "69 of the richest 100 entities on the planet are corporations, not governments, figures show" en *Global Justice Now*. Consulta del 23.10.2018 <https://www.globaljustice.org.uk/news/2018/oct/17/69-richest-100-entities-planet-are-corporations-no-government-figures-show>

Gobierno de la República (México). (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018: Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. 180 PP. Recuperado el 02.05.2018 de <http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/Documents/PROMARNAT%202013-2018.pdf>

Griffin, Paul. (Julio, 2017). *The Carbon Majors Database: CDP Carbon Majors Report 2017*. Recuperado en 07.10.2019 en <https://www.cdp.net/en/articles/media/new-report-shows-just-100-companies-are-source-of-over-70-of-emissions>

Guerra, Emilio; (marzo-abril, 2017) "El abastecimiento responsable apuesta por la Economía circular" en *Revista Ganar-Ganar*. PP. 20-23. Recuperado el 12.09.2018 de <http://ganar-ganar.mx/pdf/r85/20.pdf>

Gutiérrez Garza, Estela; (septiembre-diciembre, 2007) "De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable. Historia de la construcción de un enfoque multidisciplinario" en *Trayectorias*, vol. IX, núm. 25, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, PP. 45-60.

Heede, Richard. (2014). *Accounting for carbon and methane emissions 1854--2010 Methods & Results Report*. CMS. Sidney, Australia. 164 PP. Recuperado el 24.07.2018 de <http://climateaccountability.org/pdf/MRR%209.1%20Apr14R.pdf>

Helias, Virginie. (2018). *Why the future of consumption is circular?* Foro Económico Mundial. [En línea]. Consulta del 14.02.2019 de <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/future-consumption-circular-economy-sustainable/>

Hidalgo Aguilera, Luis. (2010). *La Basura Electrónica y la Contaminación Ambiental*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. ISSN: 1390-6542. 61 PP. [En línea] Recuperado el 11.07.2020 de <https://www.researchgate.net/publication/277147221> La basura electronica y la contaminacion ambiental

IEA. (2018). *Global Energy & CO2 Status Report: The latest trends in energy and emissions in 2018*. Recuperado el 08.10.2010 de www.iea.org

IEA. (2019). *Global Energy Review 2019: The latest trends in energy and emissions in 2019*. Recuperado el 08.10.2010 de www.iea.org

IEA. (2020). *Global Energy Review 2020: The latest trends in energy and emissions in 2018*. Recuperado el 10.10.2010 de www.iea.org

IPCC [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge. Nueva York, Estados Unidos.

IPCC [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge. Nueva York, Estados Unidos. 1535 PP.

Juárez Centeno, Carlos. A. (2008). "Derechos Humanos y Relaciones Internacionales: Reflexiones sobre el entrecruzamiento de esta disciplina en la Teoría y Prácticas Internacionales" en Anuario del CIJS. Recuperado el 22.10.2020 de <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r29604.pdf>

Kabata-Pendias, Alina. (2018). "La agresión química a la biosfera" en *Unasyva*, Núm. 141. *La biosfera y la contaminación química*. 16 PP. Recuperado el 15.08.2018 de <http://www.fao.org/docrep/q2570s/q2570s01.htm>

Keeble, Daniel (2013). *The culture of planned obsolescence in technology companies*. Oulu University of Applied Sciences. Bachelor Thesis. PP. 52. Recuperado el 02.06.2020 de <https://core.ac.uk/download/pdf/38083105.pdf>

Levi's. (2020). *Waterless*. [En línea]. Consulta del 01.05.2010 en <https://www.levi.com.mx/cm/sp-waterless>

LCI (Life Cycle Initiative). (2020). *Starting life cycle thinking: What is life cycle thinking*. [En línea] Consultado el 11.07.2020 de <https://www.lifecycleinitiative.org/starting-life-cycle-thinking/what-is-life-cycle-thinking/>

María Grimaldo Ortiz. Operación de un prototipo de degradación anaerobia de residuos sólidos orgánicos en Ciudad Universitaria. Programa de maestría y doctorado en ingeniería-Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, 2013. 32 PP. Recuperado el 07.08.2018 de www.tesis.unam.mx

Metro World News. (septiembre, 2015). "Conflictos en el Medio Oriente afectan a la contaminación atmosférica" en *Publimetro* [En línea]. Consulta del 08.10.2018 de <https://www.publimetro.cl/cl/mundo/2015/09/07/conflictos-medio-oriente-afectan-contaminacion-atmosferica.html>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (Argentina). (s/a). *Plan Nacional de Economía circular de Residuos. Formulación de un plan estratégico provincial de gestión de residuos hacia la economía circular*. Recuperado el 10.10.2020 de <https://bit.ly/32LiMQR>

Naden, Clare. (junio, 2019). *Connecting the dots in a circular economy: a new ISO technical committee just formed*. [En línea] Consulta del 05.10.2010 en <https://www.iso.org/news/ref2402.html#:~:text=ISO%2FTFC%20323%2C%20Circular%20economy,65%20different%20countries%20and%20growing.&text=The%20committee%20intends%20to%20produce,develop%20a%20management%20system%20standard>.

National Geographic. (2018) *Greenpeace revela en Ranking de las 10 Empresas que generan más plástico*. [En línea] Consulta del 10.10.2020 de <https://ngen.espanol.com/ecologia/greenpeace-10-empresas-generan-mas-plastico/amp/>

Ogunmakinde, Olabode Emmanuel. (julio, 2019) "A Review of Circular Economy Development Models in China, Germany and Japan" en *Recycling*. Recuperado el 12.10.2020 de <https://www.researchgate.net/publication/334223330>

Olivier, J.G.J.; Janssens-Maenhout, G.; Muntean, M.; Peters, J.A.H.W. (2016). *Trends in global CO2 emissions: 2016 Report*. European Commission, Joint Research Centre (JRC)., Directorate C - Energy, Transport and Climate, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague. JRC103425, PBL2315. Recuperado el 20.11.2019 de http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2016-trends-in-global-co2-emissions-2016-report-103425.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud). (04 de octubre, 2016). *Las dioxinas y sus efectos en la salud humana*. [En línea] Consulta del 23.10.2020 en <https://www.who.int/es/news-room/detail/22-08-2019-who-calls-for-more-research-into-microplastics-and-a-crackdown-on-plastic-pollution>

OMS (Organización Mundial de la Salud). (2007). *Cuarto estudio coordinado por la OMS sobre contaminantes orgánicos persistentes en la leche materna, en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Guía para la elaboración de un Protocolo Nacional*. Recuperado el 18.12.2019 en https://www.who.int/foodsafety/chem/POPprotocol_sp.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud). (agosto, 2019). *La OMS anima a investigar sobre los microplásticos y a reducir drásticamente la contaminación por plásticos*. [En línea] Consulta del 26.12.2019 de <https://www.who.int/es/news-room/detail/22-08-2019-who-calls-for-more-research-into-microplastics-and-a-crackdown-on-plastic-pollution>

ONG Vitalis. (2014). "Principales problemas ambientales de América Latina en 2014" en *Vitalis Latinoamérica*. [En línea]. Consulta del 08.10.2018 de <https://www.vitalis.net/actualidad-ambiental/principales-problemas-ambientales-de-america-latina-en-2014/>

ONU Medio Ambiente. (4 de marzo, 2019). *Informe Anual 2018*. Disponible en UN Environment [En línea] Consulta del 12.03.2019 en <https://www.unenvironment.org/annualreport/2018/index.php>

ONU. (16 de junio, 1972). *Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano*. Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. 450 PP. Recuperado el 09.09.2018 de http://www.un.org/disabilities/documents/convention/crpd_spanish.doc

- (1997) *Protocolo de Kioto*. Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado el 10.07.2018 de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

- (2015). *Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio (UNW-DPAC)*. Recuperado el 05.01.2019 de https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/green_economy_2011/pdf/info_brief_water_and_industry_spa.pdf

- (2018). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 08.08.2018 de www.un.org/sustainabledevelopment/es

ONU-CMNUCC. (2015). *Acuerdo de París, 2015*. Recuperado el 25.09.2018 de https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

- (2020). NDC por países. [En línea] Consultas del 18-24.09.2020 de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/Pages/Home.aspx>

ONU-Hábitat. (2011). *Informe Mundial sobre Asentamientos Humanos 2011. Las ciudades y el cambio climático: Orientaciones para Políticas (Resumen Ejecutivo)*. 68 PP. Recuperado el 11.07.2018 de http://www.dhl.hegoa.ehu.es/ficheros/0000/0643/11.Informe_mundial_sobre_asentamientos_humanos_2011.pdf

Oxfam. (2013). *Behind the brands*. Recuperado el 25.04.2018 de <https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/bp166-behind-the-brands-260213-en.pdf>

- (2014). *Standing on the sidelines*. Recuperado el 25.04.2018 de <https://www.oxfam.org/en/grow/policy/standing-sidelines>

- (2016). *Extreme carbon inequality*. Recuperado el 25.04.2018 de https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/mb-extreme-carbon-inequality-021215-en.pdf

PACE (Platform for Accelerating the Circular Economy). (2019). *Circularity Gap World 2019*. Recuperado el 17.08.2020 de <https://www.legacy.circularity-gap.world/2019>

PNUD México. (2013). *Desarrollo Humano*. [en línea]. Consulta del 13.03.2021 de https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/ourwork/povertyreduction/in_depth/desarrollo-humano.html

PNUMA Iniciativa Financiera. (2020). *Financing Circularity: Demystifying Finance for Circular Economies*. Recuperado el 15.04.2020 de <https://www.unepfi.org/publications/general-publications/financing-circularity/>

Polaris Institute. (2018) *Global Water Intelligence*. ETC Group. Recuperado el 10.09.2019 de <https://www.globalwaterintel.com/>

Poukka, Riikka. (Octubre 4, 2018). *The future of the global energy market – circular economy in the energy industry*. Deloitte Finland. Recuperado el 18.08.2020 de https://www.valmet.com/globalassets/media/events/2018/customer-days-2018/energy/the-future-of-the-global-energy-market_riikka-poukka.pdf

Prebisch, Raúl; (abril, 1988). "Dependencia, interdependencia y desarrollo" en *Revista de la CEPAL*. PP. 205-212. Recuperado el 12.03.2021 de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362>

Presidencia de la República Oriental del Uruguay. (febrero, 2019). *Plan Nacional de Acción de Economía circular busca diseñar políticas para alcanzar un desarrollo sostenible*. [En línea] Consulta del 10.10.2020 de <https://www.presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/plan-nacional-de-accion-de-economia-circular-busca-disenar-politicas-publicas-en-la-materia>

Puertas Valdeiglesias, Susana; Aguilar Luzón, Ma. Carmen. (2015). *Psicología Ambiental*. Departamento de Psicología. Universidad de Jaén. Recuperado el 15.10.2020 de <http://www4.ujaen.es/~spuertas/Private/Tema%25209.pdf>

Renault, Jean-francois; Hahn, Celia; Repen, Boris; Echeverría, Evelyn; Dontschev, Madeleine; Manoochehri, Shahrzad; Valdivia, Sonia; Wu, Alexandra; Su, Sophie; Chun Lee, Meng; Reimer, Wolfgang; Reuter, Markus; De Carolis, Roberta. (agosto, 2019). *Report on experiences with the implementation of Circular Economy outside Europe*. FZL. CICERONE. 119 PP. Recuperado el 12.10.2020 de <http://cicerone-h2020.eu/wp-content/uploads/2020/05/CICERONE-D1.3-Report-on-experiences-with-the-implementation-of-Cicular-Economy-outside-of-Europe.pdf>

República Popular de China. (2008). *Circular Economy Promotion Law*. Recuperado el 10.10.2020 de http://english.mep.gov.cn/Resources/laws/envir_elatedlaws/201712/t20171212_427823.shtml

RES. (enero, 2016). “La empresa y su huella de carbono” en *Eco Inteligencia* [En línea] Consulta del 08.10.2018 de <https://www.ecointeligencia.com/2016/01/huella-carbono-empresa/>

Roland Geyer, Jenna, R.; Jambeck, Kara, Lavender Law. (19 de Julio, 2017). “Production, use, and fate of all plastics ever made” en *Science Advances* [En línea], Vol.3 Núm. 7. Consulta del 06.06.2019 en <http://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782>

Royte, Elizabeth. (08 de junio de 2019). “El plástico es una amenaza para la salud de los humanos: Las micropartículas de plástico son perjudiciales para la vida marina, incluido el pescado y el marisco que comemos. ¿Son perjudiciales para el ser humano?” en *National Geographic*. [En línea] Consulta del 25.09.2019 en https://www.nationalgeographic.com/es/ciencia/grandes-reportajes/es-plastico-amenaza-para-nuestra-salud_12739/2

SAMCO (Samco Technologies, Inc.). (2018). [En línea] Consulta del 13.07.2020 de <https://www.samcotech.com/industries/power/>

Sen, Amartya. (2000). “El desarrollo como libertad” en *Gaceta Ecológica*. Núm. 55. SEMARNAT. Distrito Federal. PP. 14-20. Recuperado el 12.03.2021 de <https://www.redalyc.org/pdf/539/53905501.pdf>

Silpa, Kaza; Lisa, Yao; Perinaz, Bhada-Tata; Frank, Van Woerden. (2016). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Banco Mundial. Washington, DC, EE.UU. 295 PP. Consulta del 06.06.2020 en <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

Spiegel, Jerry; Maystre, Lucien Y. (directores). (2000). *Control de la contaminación ambiental. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 60 PP. Recuperado el 14.07.2018 de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/55.pdf>

Stuchtey, Martin. (mayo, 2015). *Rethinking the water cycle: How moving to a circular economy can preserve our most vital resource*. Recuperado el 30 de diciembre, 2019 de http://www.mckinsey.com/insights/sustainability/rethinking_the_water_cycle

Tomilova, Elena. (S/año). “Los principales problemas ambientales de África” en *Nextews* [En línea]. Consulta del 08.10.2018 de <http://es.nextews.com/100c1411/>

UE (Unión Europea). (2020). *French act law against e-waste*. [En línea] Consultado el 11.07.2020 de <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/strategies/french-act-law-against-waste-and-circular-economy>

UN CC Learn. One Platform on Climate Change. (2019). *Introducción al Cambio Climático*. [Curso en línea] Disponible en: <https://unccelearn.org/>

Ventura, Dalia. (2014). *El sangriento elixir de millonarios*. BBC Mundo. Consulta del 28.08.2018 en https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/02/140207_cuerno_de_rinoceronte_finde

WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). (2018). *Business guide to circular water management: spotlight on reduce, reuse and recycle*. Consulta del 10.05.2010 de <https://www.wbcd.org/Programs/Food-and-Nature/Water/Resources/spotlight-on-reduce-reuse-and-recycle>

WWF (World Wide Found). (2017). "Nuestros impactos en el planeta ya son visibles" en *WWF España*. [En línea] Consulta del 05.12.2019 en http://www.wwf.es/nuestro_trabajo/informe_planeta_vivo/huella_ecologica/

BIBLIOGRAFÍA

Dobson, Andrew. (1997) *Pensamiento político verde: una nueva ideología para el siglo XXI*. 3a edición, Ediciones Paidós Ibérica. España. 270 PP.

Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar. (1991). *Metodología de la Investigación*. McGRAW - HILL Interamericana de México. Colombia. 497 PP.

SEMARNAT. (2016). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde*. Edición 2015. SEMARNAT. México. 2016. 450 PP.

Silvera Sarmiento, Astelio (Compilador). (2016). *Retos y Tendencias de la Educación para la Humanización*. Editorial Coruniamericana. Barranquilla, Colombia. 187 PP.

Van Hauwermeiren, Saar. (1999). *Manual de economía ecológica*. 2ª Edición, Ediciones Abya-Yala, Ecuador, 1999, 278 PP.

Revistas o Artículos electrónicos bibliográficos

Business in Sider. (2012). *These 10 corporations control almost everything you buy*. [En línea]. Recuperado el 28.05.2019 de <https://www.businessinsider.com/these-10-corporations-control-almost-everything-you-buy-2012-4?r=MX&IR=Ta>

EMF (Ellen MacArthur Foundation). (2017b). *Growth within: A Circular Economy vision for a competitive Europe*. Recuperado el 30.12.2019 https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf

One Planet Net Network. Consulta del 10.10.2020 de <http://www.oneplanetnetwork.org/>

Lauren (octubre, 2020) "A zero waste guide to Mexico City" en *Northern Lauren* [En línea]. Consulta del 10.10.2020 de <http://northernlauren.com>

Directorio Sustentable (Latinoamérica). Consulta del 10.10.2020 de <http://www.directoriosustentable.com>

Greenpeace. *Guía de consumo responsable 2020*. Consulta del 10.10.2020 de <http://greenpeace.org>

Lucia C. (s/a) "Impresión 3D y la ecología: 12 iniciativas que cambiarán el mundo" en *Actualidad, 3Dnatives*. Consulta del 10.10.2020 de <https://www.3dnatives.com/es/top-10-de-iniciativas-que-combinan-la-impresion-3d-y-la-ecologia-19012016/#!>

EMF (Ellen MacArthur Foundation). (2018d). *Ejemplos de economía circular*. Dirección URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/ejemplos-economia-circular/productos>

- (2018b). *Delivering the Circular Economy – a Toolkit for Policymakers*. Recuperado el 20.01.2020 de <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/delivering-the-circular-economy-a-toolkit-for-policymakers>

FEM (Foro Económico Mundial). (noviembre, 2017). *Harnessing the Fourth Industrial Revolution for the Earth*. Publicado por Foro Económico Mundial, PwC y Stanford Woods Institute for the Environment. Génova, Suiza. 20 pp. Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Harnessing_the_4IR_for_the_Earth.pdf

Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (s/a). *Tipos de tratamiento de aguas residuales*. [En línea] Consulta de 20.01.2020 de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/tipos-tratamiento-aguas-residuales/>

Kowszyk, Yanina (dirección); Maher, Rajiv. (2018). *Estudios de caso sobre modelos de Economía circular e integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC*. Fundación EU-LAC. Hamburgo, Alemania. Recuperado el 10.10.2020 de <https://eulacfoundation.org/en>

La Vanguardia; (13 de octubre, 2017) "Mundo: se genera por hora 228 mil millones de toneladas de basura y el 30% no se levanta" En *Clarín*. Consulta del 10.02.2019 de https://www.clarin.com/suplementos/zona/mundo-genera-hora-228-mil-toneladas-basura-30-levanta_0_Syzt1sQM1b.html

Martínez Castillo, Roger. (marzo, 2007). "Algunos aspectos de la huella ecológica" en *Inter Sedes*. Vol. VII. (14-2007). 11-25. ISSN: 1409-4746. Recuperado el 08.10.2018 de <http://www.redalyc.org/pdf/666/66615071002.pdf>

Martínez, París; (5 de febrero, 2019) "El gobierno quiere eliminar los basureros para sustituirlos con bancos de materiales y plantas de composta" en *Animal Político*. Consulta del 10.02.2019 de <https://www.animalpolitico.com/2019/02/basureros-amlo-plan-bancos-materiales-composta/>

OMS (Organización Mundial de la Salud). (Agosto, 2019). *Microplastics in drinking-water*. Génova. Recuperado el 06.06.2020 de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326499/9789241516198-eng.pdf?ua=1>

ONU-México. (2016) *Objetivos del Desarrollo Sostenible*. Consulta del 18.02.2018 de www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/

PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2015) *Global Waste Management Outlook*. Recuperado el 11.02.2019 de <https://unclearn.org/sites/default/files/inventory/unep23092015.pdf>

- (2018). *Emissions Gap Report 2018*. ISBN: 978-92-807-3726-4 // DEW/2210/NA. Recuperado el 17.08.2020 de <http://www.unenvironment.org/emissionsgap>

The World Counts (2020). *Cost of not acting on climate change (USD)*. [En línea] Consulta del 28.09.2020 de <https://www.theworldcounts.com/challenges/climate-change/global-warming/cost-of-climate-change/story>