Organización Internacional del Trabajo

COVID-19 RESPUESTA

¿Cómo impulsar la creación de empleos verdes en la economía circular?

La experiencia de Colombia y perspectivas para una recuperación más verde y más justa



OIT Países Andinos

COLOMBIA

El empleo es de todos

Mintrabajo

Con el apoyo de

ANDI

MÁS PAÍS

¿Cómo impulsar la creación de empleos verdes en la economía circular?

La experiencia de Colombia y perspectivas para una recuperación más verde y más justa

Oficina de la OIT para los Países Andinos
Colombia, octubre 2021

Copyright © Organización Internacional del Trabajo 2021

Primera edición 2021

Las publicaciones de la Oficina Internacional del Trabajo gozan de la protección de los derechos de propiedad intelectual en virtud del protocolo 2 anexo a la Convención Universal sobre Derecho de Autor. No obstante, ciertos extractos breves de estas publicaciones pueden reproducirse sin autorización, con la condición de que se mencione la fuente. Para obtener los derechos de reproducción o de traducción, deben formularse las correspondientes solicitudes a Publicaciones de la OIT (Derechos de autor y licencias), Oficina Internacional del Trabajo, CH-1211 Ginebra 22, Suiza, o por correo electrónico a rights@ilo.org, solicitudes que serán bien acogidas.

Las bibliotecas, instituciones y otros usuarios registrados ante una organización de derechos de reproducción pueden hacer copias de acuerdo con las licencias que se les hayan expedido con ese fin. En www.ifrro.org puede encontrar la organización de derechos de reproducción de su país.

OIT

¿Cómo impulsar la creación de empleos en la economía circular? La experiencia de Colombia y perspectivas para una recuperación más verde y más justa

Colombia: OIT / Oficina de la OIT para los Países Andinos, 2021. 222 pp.

ISBN: 9789220355435 (versión impresa)

ISBN: 9789220355442 (versión web PDF)

Las denominaciones empleadas, en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos en las publicaciones de la OIT no implican juicio alguno por parte de la Oficina Internacional del Trabajo sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos, estudios y otras colaboraciones firmados incumbe exclusivamente a sus autores, y su publicación no significa que la OIT las sancione.

Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación alguna por la Oficina Internacional del Trabajo, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Este producto ha sido financiado por la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo, ASDI. La responsabilidad del contenido recae enteramente en el autor. Asdi no necesariamente comparte las opiniones e interpretaciones expresadas.

Para más información sobre las publicaciones y los productos digitales de la OIT, visite nuestro sitio web: ilo.org/publns.

Fotografías tomadas del banco de imágenes de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), al igual que en banco de imágenes propio de la Organización Internacional del Trabajo.

Impreso en Colombia

Advertencia

El uso de un lenguaje que no discrimine ni marque diferencias entre hombres y mujeres es una de las preocupaciones de nuestra organización. Sin embargo, no hay acuerdo entre los lingüistas sobre la manera de hacerlo en nuestro idioma.

En tal sentido y con el fin de evitar la sobrecarga gráfica que supondría utilizar en español o/a para marcar la existencia de ambos sexos, hemos optado por emplear el masculino genérico clásico, en el entendido de que todas las menciones en tal género representan siempre a hombres y mujeres.

Índice

Lista de cuadros 10
Lista de estudios de caso 14
Lista de figuras 15
Lista de gráficos 16
Lista de siglas y acrónimos 18
Prólogo 23
Introducción 27
La Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) 30
Metodología de estimación 31
Visualización de resultados 32

Empleos verdes y coyuntura laboral 38

Estimación de empleos verdes del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) 40
Negocios Verdes Verificados (NVV) 45
Impacto de la emergencia sanitaria provocada por la pandemia de la COVID-19 en el mercado de trabajo 47
Referencias bibliográficas 52
Sitios web 53

Gestión de recursos hídricos y tratamiento de aguas residuales 54

Desempeño del sector hídrico 56
Tendencias globales de reutilización de aguas tratadas 61
Tendencias globales de creación de empleo 63
Normativa y documentos reglamentarios 65
Objetivos, metas e indicadores para el sector 66
Empleo verde en el sector del agua 67
Puestos sin cubrir 70
Potencial de creación de empleo verde 72
Fase de construcción 72
Fase de operación y mantenimiento 73

Matriz Insumo-Producto 74
Seguridad y Salud en el Trabajo 75
Conclusiones y recomendaciones 78
Referencias bibliográficas 79
Sitios web consultados 81

Gestión de residuos especiales provenientes de llantas usadas 82

Desempeño del sector de tratamiento de llantas usadas 84
Reencauche de llantas usadas 87
Reciclaje de llantas usadas 87
Normativa 89
Objetivos, metas e indicadores del sector 90
Empleo verde en el sector de aprovechamiento de llantas usadas 91
Subsector reciclaje 94
Negocios Verdes Verificados por el Minambiente 96
Puestos sin cubrir 98
Potencial de creación de empleo en el sector de llantas usadas 99
Seguridad y Salud en el Trabajo 102
Conclusiones y recomendaciones 102
Referencias 104
Referencias bibliográficas 104
Sitios web consultados 105

La gestión de los residuos sólidos urbanos, aprovechamiento y reciclaje 106

Desempeño del sector de reciclaje y aprovechamiento 108
Impacto de la COVID-19 en la actividad de aprovechamiento 113
Separación en la fuente 114
Tendencias globales en reciclaje 115
Tendencias globales en generación de empleo 116
Precios y cantidades de los materiales recuperados 117
La tarifa de aprovechamiento 119
Justificación 119
Normativa vigente 120
Objetivos, metas e indicadores para el sector 121
Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) 121
Documento CONPES 3874 (2016) 122

Agenda de Desarrollo 2030 123
Los empleos verdes en el sector de reciclaje 124
Características de los empleos en gestión de residuos y reciclaje 126
Empleo por cuenta propia 127
Formalización de las cooperativas de recicladores de oficio 128
Puestos sin cubrir 129
Potencial de creación de empleos verdes 131
Proyección de toneladas reciclables y creación de empleo en Colombia 133
Estimación del empleo hacia 2030 135
Matriz insumo-producto 136
Seguridad y Salud en el Trabajo 137
Conclusiones y recomendaciones 138
Referencias 139
Referencias bibliográficas 139
Sitios web consultados 141

▶ Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos (RAEE) 142

Desempeño del sector de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) 145
Tendencias globales de aprovechamiento de RAEE 148
Tendencias globales en generación de empleo en el sector de RAEE 149
Normativa 152
Objetivos, metas e indicadores para el sector de RAEE 152
Empleo verde en el sector de RAEE 153
Puestos sin cubrir 157
Potencial de creación de empleo verde en el sector de RAEE 158
Seguridad y Salud en el Trabajo 159
Conclusiones y recomendaciones 160
Referencias bibliográficas 161
Sitios web consultados 162

▶ Residuos del sector de construcción y demolición (RCD) 164

Panorama general de la actividad 166
Generación y aprovechamiento de RCD en Colombia 168
Composición de los RCD y material aprovechable 169
Tendencias globales de aprovechamiento de los RCD 171

Tendencias globales de creación de empleo en la actividad 172
Justificación para impulsar mayores tasas de aprovechamiento de los RCD 172
Normativa vigente 173
Objetivos, metas e indicadores para el sector 174
Empleo verde en el sector de los residuos de la construcción y demolición 175
Molineros artesanales 176
Puestos sin cubrir 177
Potencial de creación de empleo 178
Seguridad y Salud en el Trabajo 179
Conclusiones y recomendaciones 180
Referencias bibliográficas 180
Sitios web consultados 182

Energías renovables 184

Panorama general de la actividad 187
Bioenergía 189
Biocombustibles líquidos 189
Etanol 190
Agroindustria de caña de azúcar 191
Biodiesel 192
Hidroenergía 193
Biomasa 193
Energía solar fotovoltaica 195
Energía eólica 196
Tendencias globales en generación y utilización de energías renovables 196
Tendencias globales en generación de empleo 197
Justificación 200
Normativa vigente y documentos CONPES 200
Objetivos, metas e indicadores 201
Intensidad energética 202
Flujo de energía 202
Flujo de biomasa 203
Los empleos verdes en el sector de energías renovables en la contabilidad nacional 203
Empleos verdes estimados por el DANE 203

Combustibles fósiles 204
Energías renovables 205
Negocios verdes verificados 206
Puestos sin cubrir 207
Potencial de creación de empleo verde en el sector de energías renovables 209
Potencial de destrucción de empleo 210
Seguridad y Salud en el Trabajo 211
Conclusiones y recomendaciones 212
Referencias bibliográficas 213
Sitios web consultados 214

Conclusiones 216

▶ Lista de cuadros

▶	**Cuadro 1**	Indicadores y metas agregados de la ENEC	30
▶	**Cuadro 2**	Algunas metas específicas sectoriales cuantificadas en la ENEC	31
▶	**Cuadro 3**	Estimaciones empleo verde en subsectores relacionados con la economía circular	34
▶	**Cuadro 4**	Matriz Insumo-Producto, efectos directos, indirectos e inducidos	35
▶	**Cuadro 5**	Empleos totales, ambientales y verdes estimados por el DANE 2017 – 2019	41
▶	**Cuadro 6**	Empleos ambientales y verdes por categoría ambiental y categoría ocupacional, 2017 – 2019	43
▶	**Cuadro 7**	Comparación interanual de principales agregados laborales	48
▶	**Cuadro 8**	Variación interanual del número de ocupados, por categoría de ocupación, segundo trimestre de 2020	49
▶	**Cuadro 9**	Encuesta Pulso Empresarial – Nivel de operación de las empresas	51
▶	**Cuadro 10**	Intensidad de mano de obra en programas públicos de empleo (PPE) relacionados con la provisión de servicios de agua y saneamiento	63
▶	**Cuadro 11**	Indicador agregado para el conjunto de la economía	66
▶	**Cuadro 12**	Otras metas sectoriales establecidas en la ENEC	66
▶	**Cuadro 13**	meta fijada para el tratamiento de aguas residuales en los ODS	67
▶	**Cuadro 14**	Empleos verdes en el sector del agua	68
▶	**Cuadro 15**	Divisiones CIIU relacionadas con el manejo del agua (Ocupados por categoría de ocupación)	68
▶	**Cuadro 16**	Ingresos mensuales para trabajadores del sector hídrico y total de ocupaciones, COP 2019	70

▶	**Cuadro 17**	Tratamiento de Aguas Residuales. Requerimientos de mano de obra para puestos sin cubrir	71
▶	**Cuadro 18**	Requerimientos de personal para una PTAR genérica	73
▶	**Cuadro 19**	Multiplicadores de empleo en los sectores del agua	74
▶	**Cuadro 20**	Accidentes con baja en jornada de trabajo en las PTAR	76
▶	**Cuadro 21**	Componentes de las llantas y reciclaje en nuevos productos	88
▶	**Cuadro 22**	Métodos de recuperación de neumáticos	88
▶	**Cuadro 23**	Resumen de metas de recolección	91
▶	**Cuadro 24**	Empleo en el Grupo 221 – Fabricación de productos de caucho	92
▶	**Cuadro 25**	Remuneración anual de asalariados por tipo de contratación y categoría ocupacional. En miles de pesos colombianos	94
▶	**Cuadro 26**	Ocupados en el sector de recolección y recuperación de materiales – 2019	95
▶	**Cuadro 27**	Aprovechamiento de llantas usadas en actividades de reencauche y reciclaje – Empleo Directo	97
▶	**Cuadro 28**	Características de algunos puestos vacantes en la semana de referencia en el sector de recuperación de llantas usadas	98
▶	**Cuadro 29**	Proyección de recolección de llantas, años 2022, 2024 y 2028	100
▶	**Cuadro 30**	Balance de oferta y utilización de residuos y productos residuales.	110
▶	**Cuadro 31**	Precios promedio de comercialización de materiales a nivel nacional ($/kg) a septiembre 2020	118
▶	**Cuadro 32**	Indicadores agregados de la Estrategia nacional de Economía Circular	121
▶	**Cuadro 33**	Metas para el sector de gestión de residuos, CONPES 3874	122

▶	**Cuadro 34**	Metas para el sector de gestión de residuos, Agenda de Desarrollo 2030	123
▶	**Cuadro 35**	Empleos ambientales y empleos verdes en protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos	125
▶	**Cuadro 36**	Características de algunos puestos vacantes en la semana de referencia en el sector de recuperación de reciclaje.	130
▶	**Cuadro 37**	Puestos de trabajo creados en EE. UU. y la Unión Europea por cada 10.000 toneladas de residuos tratadas por año	132
▶	**Cuadro 38**	Creación de puestos de trabajo en función del sistema de tratamiento de residuos	132
▶	**Cuadro 39**	Estimaciones de creación de empleo para distintas categorías de residuos, empleos creados por cada 1.000 toneladas.	133
▶	**Cuadro 40**	Proyección del PIB, generación y recolección de residuos al año 2030	134
▶	**Cuadro 41**	Efecto empleo en los sectores de reciclaje	137
▶	**Cuadro 42**	Empleos generados por cada 1.000 toneladas de RAEE	151
▶	**Cuadro 43**	Indicadores y metas del sector RAEE y RESPEL en la ENEC	153
▶	**Cuadro 44**	Características de algunos puestos vacantes en la semana de referencia en el sector de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	158
▶	**Cuadro 45**	Usos posibles de los materiales recuperados de los RCD	170
▶	**Cuadro 46**	ENEC: Metas e indicadores para el flujo de materiales de construcción provenientes de residuos de construcción y demolición	175
▶	**Cuadro 47**	Ocupados en actividades relacionadas con la gestión de RCD	176
▶	**Cuadro 48**	Ejemplo de puestos vacantes en la semana de referencia en el sector de residuos de la construcción y demolición	177

▶	**Cuadro 49**	Estimación de empleo ambiental en Colombia para el sector de RCD	179
▶	**Cuadro 50**	Empleo en energías renovables, por tecnología, 2019	188
▶	**Cuadro 51**	Parámetros de producción de etanol (UPME, 2009)	191
▶	**Cuadro 52**	Parámetros de producción de biodiesel (UPME, 2009)	192
▶	**Cuadro 53**	Indicadores y metas agregados de la Estrategia nacional de Economía Circular	202
▶	**Cuadro 54**	Metas para el flujo de la energía en la Estrategia Nacional de Economía Circular	202
▶	**Cuadro 55**	Metas para el flujo de la biomasa en la Estrategia Nacional de Economía Circular	203
▶	**Cuadro 56**	Empleos ambientales y empleos verdes en gestión de recursos minerales y energéticos, años 2017 – 2019	204
▶	**Cuadro 57**	Empleo en sector de explotación hidrocarburífera, agosto de 2020	205
▶	**Cuadro 58**	Empleo en el sector de energía eléctrica, agosto de 2020	206
▶	**Cuadro 59**	Negocios Verdes Verificados en soluciones energéticas – ejemplos seleccionados	207
▶	**Cuadro 60**	Características de algunos puestos vacantes en la semana de referencia en el sector de energías renovables y eficiencia energética	208
▶	**Cuadro 61**	Empleos en sectores productores de biomasa	210
▶	**Cuadro 62**	Creación de empleos verdes en el marco de la Economía Circular	219

▶ Lista de estudios de caso

▶	**Estudio de caso 1.**	Prácticas de reducción del consumo de agua en los hogares	58
▶	**Estudio de caso 2.**	Ahorro de agua en la nueva edificación	59
▶	**Estudio de caso 3**	Sector industrial. Aguas industriales tratadas de manera segura	61
▶	**Estudio de caso 4**	PTAR El Salitre: La Seguridad en el trabajo un compromiso de todos	77
▶	**Estudio de caso 5**	La Asociación de Recicladores de Bogotá (ARB) y la Asociación Nacional de Recicladores (ANR)	128
▶	**Estudio de caso 6**	Computadores para Educar – CENARE (Centro Nacional de Aprovechamiento de Residuos Electrónicos)	156
▶	**Estudio de caso 7**	Corporación EcoCómputo	157

▶ Lista de figuras

▶	**Figura 1**	Colombia – Gestión de llantas usadas	86
▶	**Figura 2**	Estimación del número de llantas que podrían recolectarse en 2022, 2024, 2028	100
▶	**Figura 3**	Esquema de proyección del empleo al año 2030 – Sector de reciclaje	134
▶	**Figura 4**	Elementos que componen distintos tipos de aparatos eléctricos y electrónicos	148
▶	**Figura 5**	Procesos para la gestión de residuos	154
▶	**Figura 6**	Agroindustria azucarera en cifras – Año 2019	191
▶	**Figura 7**	Fuentes de biomasa residual identificadas en el Atlas del potencial energético de la biomasa residual, UPME 2008	194

▶ Lista de gráficos

▶	**Gráfico 1**	Empleos verdes en los sectores hídrico, de gestión de residuos y energético	33
▶	**Gráfico 2**	Empleos ambientales no verdes y verdes, años 2017, 2018 y 2019	42
▶	**Gráfico 3**	Empleos ambientales y verdes según categoría ambiental para el total de trabajadores	44
▶	**Gráfico 4**	Criterios de verificación de los NV	46
▶	**Gráfico 5**	Variables laborales 2010 – 2020 y Tasa de desempleo total, años 2019 y 2020	47
▶	**Gráfico 6**	Estructura sectorial del empleo y del desempleo, trimestre móvil octubre– diciembre de 2020	49
▶	**Gráfico 7**	Reutilización de agua residual tratada en países seleccionados	62
▶	**Gráfico 8**	Empleos en empresas de agua y saneamiento por cada 1.000 conexiones o por cada 1.000 habitantes con conexión al servicio	64
▶	**Gráfico 9**	Sector del Agua – Ocupados independientes según nivel de ingresos – clase social	69
▶	**Gráfico 10**	Composición consumo llantas - 2018	85
▶	**Gráfico 11**	empleos en reencauche de llantas usadas en 2018	93
▶	**Gráfico 12**	Personal ocupado por categoría ocupacional y género	93
▶	**Gráfico 13**	Oferta de residuos y productos residuales (ton). Residuos sólidos generados por habitante (kg/hab)	109
▶	**Gráfico 14**	Composición de los RSU en Colombia	111
▶	**Gráfico 15**	Tasa de aprovechamiento	111
▶	**Gráfico 16**	Brechas en reciclaje y reutilización de materiales en Colombia frente a referentes internacionales	112
▶	**Gráfico 17**	Hogares que clasifican la basura, por región	114

▶	**Gráfico 18**	Hogares que clasifican residuos, por tipo de residuo	115
▶	**Gráfico 19**	Generación de residuos sólidos y productos residuales frente al Producto Interno Bruto (PIB) (Toneladas por billón de pesos)	124
▶	**Gráfico 20**	Categoría ocupacional de los ocupados en la División 38 (Recolección, tratamiento y disposición de desechos, recuperación de materiales)	127
▶	**Gráfico 21**	Ocupados por cuenta propia según clase social	127
▶	**Gráfico 22**	Potencial de creación de empleo para 500.000 toneladas de residuos según tipo de disposición	136
▶	**Gráfico 23**	Generación de RAEE, en kg/habitante	146
▶	**Gráfico 24**	Generación de RCD por ciudades	168
▶	**Gráfico 25**	Toneladas controladas y reutilizadas de RCD en la ciudad de Bogotá, periodo 2012-2015	169
▶	**Gráfico 26**	Composición de los RCD por tipo de material	169
▶	**Gráfico 27**	Extracción primaria y oferta interna para consumo final por tipo de energético	188
▶	**Gráfico 28**	Demanda nacional de etanol y biodiesel, 2011 – 2020	189
▶	**Gráfico 29**	Proporción renovable de la oferta energética total, países seleccionados	197
▶	**Gráfico 30**	Empleo global en energías renovables, en millones de trabajadores 2012 – 2019	198

▶ Lista de siglas y acrónimos

ABRECON	Asociación Brasileña de Reciclaje de Residuos de Construcción Civil y Demolición
ACOPI	Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
Acoplásticos	Asociación Colombiana de Industrias Plásticas
ACPM	Aceite combustible para motores
AEE	Aparatos Eléctricos y Electrónicos
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
ANLA	Agencia Nacional de Licencias Ambientales
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ANR	Asociación Nacional de Recicladores
ANRE	Asociacion Colombiana de Reencauchadores de Llantas y Afines
ARB	Asociación de Recicladores de Bogotá
Asepeyo	Asistencia Sanitario Económica para Empleados y Obreros, Mutualidad de Previsión Social
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BMU & UBA	Bundesministerium (Ministerio Federal del Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear -Alemania-), Umweltbundesamt (Agencia Federal del Medio Ambiente -Alemania-)
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
CENARE	Centro Nacional de Aprovechamiento de Residuos Electrónicos
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CFI	Corporación Financiera Internacional
CIIU	Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas
CONAMA	Congreso Nacional de Medio Ambiente
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
COP	Pesos Colombianos
COVID-19	Enfermedad por coronavirus
CPWR	The Center for Construction, Research and Training
CSI	Confederación Sindical Internacional
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EAM	Encuesta Anual Manufacturera
EAM	Encuesta Anual Manufacturera
EDGE	Excellence in Design for Greater Efficiencies
EEUU	Estados Unidos
ENEC	Estrategia Nacional de Economía Circular
EPA	Agencia de Protección Ambiental (EPA)
EPP	Equipos de protección personal
EPR	Responsabilidad Extendida al Productor
ESS	Economía social y solidaria
EUROSTAT	Oficina de Estadísticas de la Unión Europea
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FDN	Financiera de Desarrollo Nacional
FNBC	Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia
FNCER	fuentes no convencionales de energía renovable
GEI	Gases Efecto Invernadero
GL/día	Gigalitros/día

GWh	Gigawatts/hora
ha	Hectáreas
HACER	Asociación Colombiana de Energía Renovable
ICA	Índice de Calidad del Agua
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
INTRA	Asociación Internacional de Llantas y Cauchos
IPUF	Índice de Pérdidas por Suscriptor Facturado
IRENA	Agencia Internacional de Energía Renovable
ITUC	Confederación Sindical Internacional por sus siglas en ingles
kg	Kilogramos
l/dia	Litros/día
LCD	Pantalla de cristal líquido
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
m3/s	Metros cúbicos por segundo
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Minhacienda	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
MIP	Matriz Insumo Producto
MiPymes	Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
Moped	bicicletas, motocicletas, motociclos, ciclomotores
MVCT	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
MW	Megawatt
NFU	Neumáticos fuera de uso
NVV	Negocios Verdes Verificados
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIE	Organización Internacional de Empleadores o IOE por sus siglas en inglés
OIT	Organización Internacional del Trabajo o ILO por sus siglas en inglés

ONG	Organización no gubernamental
ONVS	Oficina de Negocios Verdes Sostenibles
PEA	Población económicamente activa
PET	Población en Edad de Trabajar
PIB	Producto Interno Bruto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente o UNEP por sus siglas en inglés
PPE	Programas públicos de empleo
PPE	Equipo de protección personal
PROURE	Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía
PTAR	Plantas de tratamiento de aguas residuales
RAEE	Residuos procedentes de aparatos eléctricos y electrónicos
RCD	Residuos procedentes de la construcción y demolición
RCD	Residuos del sector de construcción y demolición
RDE	Requerimientos directos de empleo
REI	Información Económica de Reciclaje
RESPEL	residuos peligrosos
RIE	Requerimientos indirectos de empleo
RSU	Residuos sólidos urbanos
RUNT	Registro Único Nacional de Tránsito
RUPS	Registro único de prestadores
SIN	Sistema Interconectado Nacional
Sisben	Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales
SM	Salario mínimo
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
SST	Seguridad y salud en el trabajo
t/año	Toneladas/año
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación

Tj	Terajulios/año
ton	Toneladas
TWh	Terawatts/hora
UAESP	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos
UASP	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos
UE	Unión Europea
UN DESA	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética
USD	Dólar estadounidense
WEF	Foro Económico Mundial
WWAP	Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas
ZNI	Zonas no interconectadas

▶ Prólogo

La transición hacia un modelo de desarrollo inclusivo, productivo y ambientalmente sostenible supone una fuente de oportunidades y desafíos, con implicaciones directas para el mundo del trabajo en lo que se conceptualiza como la transición justa. El trabajo de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en esta dirección se enmarca dentro de la aprobación que tuvo lugar en 2015, de forma tripartita, de las directrices para una transición justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenible para todos. Estas directrices tienen como objetivo "apoyar a los gobiernos, los trabajadores y los empleadores de todo el mundo a sacar el máximo rendimiento del proceso de cambio estructural hacia una economía más verde, con bajas emisiones de carbono, crear empleos decentes a gran escala y promover la protección social".

Por ello, la OIT impulsa una agenda de empleos verdes como su estrategia para facilitar la transición justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos. En Colombia, desde el año 2019, la OIT y el Ministerio del Trabajo firmaron el Pacto por los Empleos Verdes y la transición justa. Este Pacto, involucra cuatro ejes: el primero, se orienta hacia la promoción del empleo verde y la transición justa, con el desarrollo de nuevas capacidades laborales y la adaptación del sector productivo para afrontar los retos del crecimiento verde. El segundo, busca contribuir en el cumplimiento de compromisos internacionales y nacionales sobre cambio climático, la política de crecimiento verde y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El tercero, tiene como fin fortalecer las instancias de diálogo social tripartito y la articulación con actores clave para definir lineamientos de política pública que identifiquen acciones concretas en sectores y poblaciones prioritarias. Finalmente, el cuarto eje, se orienta hacia el fortalecimiento de los servicios de gestión y colocación de empleo verde mediante la articulación de la oferta laboral, la capacitación de la red de prestadores autorizados por el Servicio Público de Empleo, para el fortalecimiento de la inclusión laboral.

Uno de los objetivos es promover los empleos verdes y una transición justa hacia una economía verde, en concordancia con el cumplimiento de compromisos internacionales y nacionales sobre cambio climático, la política de crecimiento verde y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el 5 (Igualdad de Género y Empoderamiento de la Mujer), el 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), el 10 (Reducción de las Desigualdades) y el 13 (Acción por el Clima).

En ese sentido, el presente estudio corresponde al documento completo que analiza el empleo verde existente y el potencial en Colombia en el marco de la economía circular, con énfasis en los sectores hídrico, de gestión de residuos, aprovechamiento de materiales reciclables y en el sector de energías renovables, en línea con la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC).

En términos metodológicos, el estudio propone estimaciones del impacto que las metas definidas en la ENEC tendrían sobre los puestos de trabajo potenciales. Para proyectar las variables relevantes, se toman como insumos las estadísticas existentes, ya sea elaboradas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) o por otras entidades gubernamentales, privadas o académicas de Colombia y del exterior.

Considerando el actual contexto de crisis sanitaria desencadenada por la pandemia de la COVID-19, que en el caso de Colombia ha tenido un profundo impacto sobre el mercado laboral, en términos de pérdidas de empleos y deterioro de la calidad de los mismos, con especial afectación sobre las mujeres, las oportunidades de impulsar una agenda de empleos verdes y transición justa son enormes. Sobre todo, considerando las necesidades de un proceso de recuperación económica que a la vez se encuentre alineado con las metas de país relacionadas con las políticas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Dentro de los resultados de este estudio se identifica el aporte que la economía circular tiene para aumentar la productividad de los recursos naturales, incrementar los niveles de aprovechamiento de los residuos y cerrar el ciclo de vida de los materiales establecidas en la ENEC. No obstante, el estudio también identifica que el potencial de creación de empleos debería estar acompañado de políticas laborales que mejoren las condiciones de trabajo decente y permitan cerras las brechas de capital humano y de género existentes, con el fin de maximizar el potencial del país de realizar una transición justa de la economía circular.

Este estudio ha sido realizado por la colaboradora externa de la OIT Ana Lucia Iturriza, bajo la supervisión de Ana Belén Sanchez, especialista en Empleo Verde de la Oficina Regional de la OIT para América Latina y el Caribe, y de Blanca Patiño, punto focal de Empleos Verdes y transición justa de la oficina de OIT en Colombia.

Agradecemos por los valiosos aportes del Ministerio del Trabajo, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (Dane), la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), y la Asociación de Recicladores de Bogotá, así como a los colegas de la OIT y PNUMA que brindaron opiniones, comentarios o sugerencias. En particular, agradecemos a Marcela Cabezas,

Christoph Ernst, Luis González, Gerson Martínez, y Adriana Zacarías Farah. De igual forma, el informe fue compartido con las organizaciones sindicales del país, reconociendo su importante rol en la promoción del trabajo decente en el marco de un proceso de transición hacia una economía verde, sostenible y resiliente en Colombia. Aunque el contenido de este documento no compromete a ninguna de la entidades y personas que participaron en el mismo, sus aportes fueron valiosos.

Italo Cardona

Director de la Oficina de la OIT

para los Países Andinos.

Ana Belén Sánchez

Especialista en Empleo Verde

de la OIT para América Latina

y el Caribe.

▶ Introducción

En el tránsito hacia una economía resiliente y baja en carbono, además de atender los acuerdos internacionales asumidos para contribuir al esfuerzo global de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, Colombia ha mantenido un firme compromiso con el desarrollo de los aspectos laborales. Por eso, ha adoptado medidas consistentes con la creación de empleos verdes e implementado programas de apoyo para alcanzar una transición justa.

Un instrumento clave dentro de la política general de sostenibilidad es la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), lanzada por el Gobierno Nacional en 2019. En línea con los fundamentos del desarrollo sostenible y las tendencias internacionales, la ENEC ubica a Colombia como el primer país de América Latina en desarrollar una estrategia para transitar hacia un modelo de desarrollo económico que incluya la valorización continua de los recursos, el cierre de ciclos de materiales, agua y energía, la innovación tecnológica, la promoción de la simbiosis industrial y el emprendimiento y la consolidación de ciudades sostenibles. Los objetivos son, entre otras cosas, incrementar los ingresos y el bienestar al utilizar menos recursos y generar mayor valor agregado, reducir la huella hídrica y de carbono, e incentivar el consumo sostenible. Para esto, se debe tener en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas y el uso circular de los materiales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

La principal característica de la Economía Circular es su naturaleza sistémica: la circularidad resignifica las relaciones entre sectores. Entre los pilares de ese modelo, se encuentra el reposicionamiento del residuo como insumo o materia prima de otros sectores (BNDES, 2020). En este sentido, las oportunidades de empleo también deben reinterpretarse para ser entendidas en su versión ampliada, ya que los empleos creados en la fase de producción, como consecuencia de la mayor circularidad de los bienes y servicios, originan oportunidades de empleo en otros segmentos de la cadena de valor como los sectores de I+D, innovación, comercialización, etc.

La ENEC, que sienta las bases para avanzar hacia la circularidad, también dispone cambios en la manera tradicional de producir y utilizar los bienes y servicios, de manera que las medidas que adopta se asocian con un impacto potencial sobre la producción y el empleo, ya sea porque se espera la creación de nuevas ocupaciones o porque algunos procesos productivos se descontinúan en favor de técnicas más sostenibles. Anticipar los impactos esperados sobre el nivel y la composición del empleo es relevante para

prever los contenidos de la política laboral, además de identificar potenciales áreas de intervención y contribuir a alcanzar una transición justa.

Este informe analiza el empleo verde existente y el potencial de creación del mismo en Colombia, en el marco de la Economía Circular y con énfasis en los sectores hídrico, de gestión de residuos, aprovechamiento de materiales reciclables y de energías renovables. Es en estos sectores que se espera que impacten mayormente las medidas de cierre de ciclo de vida de productos dispuestas en la ENEC. En particular se estudia el empleo verde existente y con potencial de creación en las siguientes actividades:

- Gestión del agua
- Gestión y tratamiento de residuos procedentes de llantas usadas
- Gestión de residuos sólidos urbanos y reciclaje de materiales
- Gestión y tratamiento de residuos procedentes de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)
- Gestión y tratamiento de residuos procedentes de la construcción y demolición (RCD)
- Sector de energías renovables.

Como se desprende de la enumeración anterior, las líneas de producción seleccionadas son muy distintas en cuanto a la disponibilidad de datos e información para analizar su tamaño e impactos en la creación de producto y empleo. En algunos casos, como la gestión del agua o la gestión de los residuos para el reciclaje, se tratan de sectores identificados en las cuentas nacionales y tienen asociada una contabilidad propia. En otros casos, como los residuos provenientes de llantas usadas, los RAEE o los RCD, son subsectores

▶Recuadro 1: Definición de economía circular.

La Economía Circular es un sistema de producción y consumo que promueve la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía; teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas y el uso circular de los flujos de materiales a través de la implementación de innovaciones tecnológicas, alianzas y colaboraciones entre actores, además del impulso de modelos de negocio que respondan a los fundamentos del desarrollo sostenible.

Fuente: DANE

o corrientes dentro de un sector más amplio. Para recolectar la información relevante es preciso recurrir a cámaras, asociaciones de productores o informes sectoriales que no siempre muestran los datos necesarios y muchas veces tampoco presentan datos consistentes. Finalmente, el sector de energías renovables, se encuentra disperso en un conjunto de sectores de actividad, incluyendo la generación, producción y distribución de energía eléctrica, así como sectores agropecuarios y manufactureros relacionados con la producción de biomasa residual.

Dadas estas asimetrías, la evaluación del empleo existente y potencial no puede abordarse con una metodología única. Se utilizan diversas metodologías para estimar la dimensión de los empleos ambientales actuales y se estudian las características de los mismos para comprobar el grado de cumplimiento de los estándares de trabajo decente. Con base en las metas establecidas en la ENEC, se proyectan los posibles impactos en la creación de empleo.

Además, se destaca que, al escenario de los cambios esperados por la introducción de prácticas de Economía Circular, se agrega la coyuntura recesiva desencadenada por la crisis sanitaria de la COVID-19, que ha significado para Colombia, al igual que para la mayoría de los países de la región, la caída de varios puntos del producto, la pérdida de millones de ocupaciones y el aumento pronunciado del desempleo, la inactividad y la pobreza.

La información de línea de base sobre el volumen y composición del empleo en los sectores relacionados con la Economía Circular, así como estimaciones del impacto de las medidas de circularidad en ejecución en el marco de la ENEC, son relevantes para proyectar las tendencias próximas de la configuración del empleo y adaptar la política para garantizar una transición justa a los trabajadores de todos los sectores de actividad.

En un mercado de trabajo sujeto a los cambios previstos e imprevistos que supone el tránsito hacia una economía descarbonizada y resiliente, la magnitud y composición laboral de los sectores y subsectores afectados es relevante, ya que indican la proporción de la fuerza laboral que requerirán de programas de capacitación y entrenamiento en nuevas habilidades, que deberán adaptarse a nuevos métodos de producción o que requerirán apoyo en la búsqueda de una nueva ocupación y demandarán medidas activas de mercado laboral. Cabe enfatizar, nuevamente, que las estimaciones de empleo en los sectores seleccionados, corresponden únicamente a empleos en la fase de producción en las líneas específicas seleccionadas. Las oportunidades en otros sectores relacionados no se cuantificaron, aunque

ciertamente forman parte de los resultados de expandir la Economía Circular y deben considerarse.

La Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)

A partir de un diagnóstico del metabolismo de la economía colombiana, que mostró la importancia de mejorar la eficiencia en el uso de la energía, el agua y los materiales, en 2019 entró en vigencia la ENEC. Esta Estrategia propende por un nuevo modelo de desarrollo económico que incluye la valorización continua de los recursos, el cierre de ciclos de materiales, agua y energía, la creación de nuevos modelos de negocio, la promoción de la simbiosis industrial y la consolidación de ciudades sostenibles. Todo esto con el fin, entre otros, de optimizar la eficiencia en la producción y consumo de materiales, además de reducir la huella hídrica y de carbono (ver Cuadro 1).

Para alcanzar estos objetivos se establece un conjunto de indicadores agregados y metas sectoriales específicas. Se muestran a continuación:

▶Cuadro 1. Indicadores y metas agregados de la ENEC

Indicador	Línea de base	Meta 2030
Intensidad energética (Tj/'000 millones de COP)	3,7 (2015)	2,9
Productividad hídrica (COP $ de valor agregado por m^3 de agua extraída)	4,775 (2015)	5,495
Tasa de reciclaje (% de residuos reciclados y nueva utilización)	9,60 (2015)	17,9
Reducción de gases de efecto invernadero (% de GEI)	0 (2010)	20

Fuente: Gobierno de la República de Colombia, 2019.

Asimismo, en la ENEC se encuentran cuantificadas metas sectoriales con base en objetivos específicos para lograr mayores niveles de circularidad y el aumento del ciclo de vida de los materiales.

▶Cuadro 2. Algunas metas específicas sectoriales cuantificadas en la ENEC

Sector	Indicador	Meta
Hídrico	Porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas/total de aguas residuales generadas	Aumentar a 54,3% el porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas al 2022
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	Toneladas de residuos recolectados y gestionados de computadores y periféricos, lámparas fluorescentes, pilas y acumuladores, baterías usadas, plomo ácido, envases de plaguicidas y medicamentos vencidos, bajo el principio de la responsabilidad extendida del producto	122.545 toneladas de residuos gestionados en el periodo 2019-2022.
Residuos provenientes de llantas usadas	Meta de recolección selectiva y gestión ambiental para llantas usadas de rin 13" a 22.5	Para 2022, recolección selectiva y gestión ambiental mínima del 70% del promedio las llantas de automóviles, camiones camionetas, buses busetas y tractomulas puestas en el mercado por los productores en los dos años anteriores.
Energía renovable	Toneladas de biomasa residual aprovechada	A 2030, incrementar en 20% el aprovechamiento de la biomasa residual con respecto a la línea base de los sectores priorizados de 2020.

Fuente: con base en Gobierno de la Republica de Colombia, 2019.

Metodología de estimación

Según la OIT (2013), existen distintas metodologías para estimar los puestos de trabajo asociados al funcionamiento de los sectores ambientales y para construir escenarios de impacto de las políticas dirigidas a estos sectores. Los métodos de estimación de empleos verdes se pueden agrupar en las siguientes categorías:

1. **Inventarios y encuestas**, que dan una medición directa de los empleos en el sector;

2. **Factores de empleo**, que permiten estimar el empleo total a partir del número de empleos por unidad de producción para cada tipo de tecnología;

3. **Análisis de insumo-producto o basado en matrices de contabilidad social**, que, a partir de la medición directa mediante alguno de los

métodos anteriores, hace posible estimar el empleo indirecto/inducido que se genera en otras ramas de la economía; y

4. **Modelos de equilibrio general computado**, que, en la misma línea del anterior, permiten medir los efectos del empleo sobre la economía, pero con mayor flexibilidad para modelar las funciones de demanda y producción y las condiciones de equilibrio de los mercados.

En el presente estudio se han utilizado las aproximaciones 1 y 2 para el dimensionamiento del sector, recurriendo en la medida de lo posible a las estadísticas existentes, ya sea elaboradas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) o por otras entidades gubernamentales y académicas de Colombia y del exterior. En segundo término, se han utilizado factores de empleo de uso difundido para estimar el empleo generado por tecnologías específicas, como en el caso de algunas tecnologías de energías renovables.

Además, para una aproximación al cálculo de los empleos indirectos e inducidos en los sectores de interés, se incorporan los multiplicadores de empleo obtenidos con la Matriz Insumo Producto (MIP), elaborada por el DANE para el año 2017; la cual es complementada con los datos de empleo provenientes de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH). La MIP, originalmente disponible para 68 sectores de actividad, permite ofrecer algunas hipótesis con relación a los encadenamientos productivos de los sectores de interés, así como con los mecanismos de creación de empleos indirectos e inducidos.

Visualización de resultados

En cuanto a la estimación del tamaño de los subsectores de empleo verde, la aproximación metodológica implementada permitió identificar 316.800 empleos verdes directos en los sectores energético, hídrico y de aprovechamiento de residuos, con la siguiente distribución sectorial:

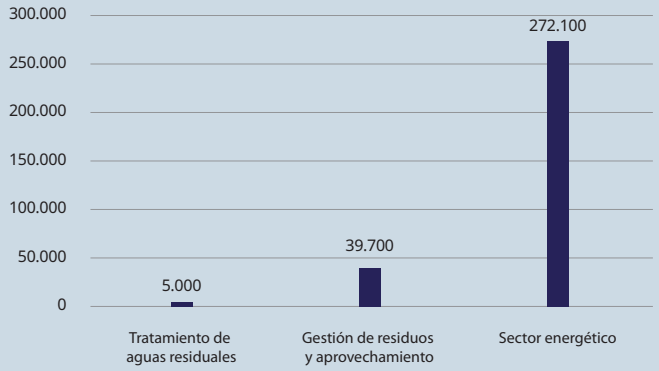
Cabe aclarar que este valor es el resultado de estimaciones de distinto origen. En el caso del sector energético, que es el que aporta la mayor cantidad de los empleos verdes, la estimación proviene de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), quien a su vez usualmente reporta los valores en unidades de empleo equivalente a tiempo completo[1]. Sin embargo, para

1 Trabajo Equivalente a Tiempo Completo (TETC): número de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo. Mide la intensidad del factor trabajo utilizado en un proceso productivo; se calcula dividiendo el total de horas efectivamente trabajadas por el promedio anual de horas legalmente trabajadas en puestos de trabajo de tiempo completo (DANE, 2013).

el caso de los biocombustibles líquidos, se aclara que este número puede incluir algunos empleos a tiempo parcial que no fueron convertidos. En el caso de los sectores de tratamiento de aguas residuales y gestión de residuos y aprovechamiento, los datos se extrajeron de la GEIH, por lo que se trata de datos de oferta de empleo y están reportados en número de ocupados.

Asimismo, se obtuvo la siguiente desagregación para la distribución de los empleos en los respectivos subsectores.

▶Gráfico 1. Empleos verdes en los sectores hídrico, de gestión de residuos y energético



Fuente: elaboración propia.

▶Cuadro 3. Estimaciones empleo verde en subsectores relacionados con la economía circular

Sector / Tecnología	Estimación del empleo – Año 2020
Total empleos verdes (I)+(II)+(III)	**316.570**
Sector energético	**272.100**
Combustibles líquidos	211.900
Hidroenergía	36.600
Biomasa sólida	18.600
Energía eólica	4.000
Energía solar fotovoltaica	1.000
Sector hídrico	5.000
Tratamiento de aguas residuales	5.000
Sector materiales	**39.470**
Recicladores de oficio	35.000
Sector llantas usadas	**1.270**
Residuos de llantas usadas	1.120
Reciclaje de llantas	150
Residuos de la Construcción y demolición (RCD)	
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	3.200

Fuente: Sector energético IRENA 2020, otros sectores estimaciones propias.

Por otra parte, con la Matriz Insumo Producto (MIP) para 2017, elaborada por el DANE, y la respectiva información de empleo obtenida para el mismo año[2], se calcularon los siguientes multiplicadores de empleo:

2 Para obtener los datos de empleo del año 2017 correspondientes a los 68 sectores de actividad presentes en la MIP, se utilizó la Matriz de Trabajo de 2017, que posee una distribución de 25 sectores de actividad. Estos sectores se desagregaron con base en la estructura de empleo observada en los microdatos de la GEIH.

▶Cuadro 4. Matriz Insumo-Producto, efectos directos, indirectos e inducidos

Sector de la MIP	Efectos directos e indirectos (*)				Efectos directos, indirectos e inducidos (*)			
	Efecto empleo 1	RDE 1	RIE 1	Multiplicador del empleo Tipo 1	Efecto empleo 2	RDE 2	RIE 2	Multiplicador del empleo Tipo 2
Captación, tratamiento y distribución de agua	13,4	6,2	7,1	2,14	18,5	6,2	12,3	2,96
Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5,4	1,2	4,3	4,67	8,7	1,2	7,6	7,51
Recolección, tratamiento y disposición de desechos	11,3	3,9	7,4	2,87	15,7	3,9	11,8	4,00
Recuperación de materiales (reciclaje)	19,8	13,9	5,9	1,42	26,0	13,9	12,1	1,87

(*) RDE: Requerimientos directos de empleo. **RIE:** Requerimientos indirectos de empleo. **Fuente**: elaboración propia con base en los datos de la Matriz Insumo Producto (MIP) elaborada por el DANE y con base en los datos de empleo para 2017.

Los resultados del análisis insumo-producto correspondiente a 2017 indican que, por cada empleo creado en captación, tratamiento y distribución de agua, se crean en la economía 2,96 empleos si se consideran los efectos directos, indirectos e inducidos. Este valor es de 7,51 empleos para el sector de evacuación y tratamiento de aguas residuales, de 4,0 empleos para actividades de recolección, tratamiento y disposición de desechos y de 1,87 empleos para el sector de recuperación de materiales (reciclaje).

Si bien los multiplicadores obtenidos con la MIP arrojan cifras de relevancia para la planificación y poseen un valor de predicción considerable, debe tenerse presente que los modelos insumo-producto se basan en un conjunto restrictivo de supuestos y que han sido considerados poco realistas en muchos estudios (Lora y Prada, 2016; Mariño Flores, 1993). Las estimaciones obtenidas con este método deben considerarse indicativas.

Es importante enfatizar que los empleos verdes estimados en este informe corresponden exclusivamente al subconjunto de sectores o líneas productivas bajo análisis, además de no tener carácter exhaustivo para el total de la economía. Es decir, las actividades ambientales en otros sectores

de la economía sugieren que existe un importante conjunto de empleos verdes en sectores como transporte, turismo, construcción, etc., que no son analizados en el presente informe.

Al respecto, un significativo generador de empleos verdes en Colombia se relaciona con el registro de Negocios Verdes Verificados (NVV). Bajo la coordinación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, este registro, con presencia en todo el país, consiste en un sistema voluntario de certificación que ofrece a los productores interesados la posibilidad de certificar su producción como negocio verde. Para certificarse hay varios criterios, entre ellos aspectos ambientales, sociales y económicos. En 2019 el portafolio de NVV tenía más de 21.000 empleos asociados a estos emprendimientos en todo el país.

En el Capítulo 1 se reseña la información existente de empleos verdes, la información de coyuntura del mercado de trabajo y los principios de la Economía Circular. Seguidamente, los capítulos sectoriales de recursos hídricos, de aprovechamiento y reciclaje de residuos y de energías renovables abordan el análisis del empleo desde la perspectiva de la Economía Circular. Con base en un conjunto de indicadores de trabajo decente que incluyen las dimensiones de género, participación de asalariados, nivel de ingresos entre otros, se identifica el tamaño y características de los empleos verdes y se realizan proyecciones basadas en los objetivos y metas establecidos en la ENEC.

El informe incluye la sección de **puestos sin cubrir**, que son puestos de trabajo para los que existe una búsqueda activa y que se anuncian para ser cubiertos de manera inmediata con un trabajador ajeno a la empresa. Con base en un relevamiento de escritorio realizado en la semana de referencia sobre los portales electrónicos de empleo, se intenta captar el carácter de los anuncios de solicitudes de personal para los sectores.

En cada sector se integra un acápite de **Seguridad y Salud en el Trabajo**, ya que cada día mueren en el mundo personas a causa de accidentes laborales o enfermedades relacionadas con el trabajo – más de 2,78 millones de muertes por año a nivel global. Además, anualmente ocurren alrededor de 374 millones de lesiones no mortales relacionadas con el trabajo, que resultan en más de 4 días de ausentismo laboral. El coste de esta adversidad diaria es enorme y la carga económica de las malas prácticas de seguridad y salud se estima en un 3,94% del Producto Interior Bruto global de cada año (OIT, s.d).

El **potencial de creación de empleo** no solamente se circunscribe a los sectores analizados. Es claro que los impactos alcanzan al conjunto de la producción vía efectos de consumos intermedios, y también por los

impactos que la mayor eficiencia en el uso de los recursos tendrá en el conjunto productivo. Este es el caso del agua residual tratada, que tiene la potencialidad de crear miles de empleos verdes. Estos trabajos se crearán no solamente en el sector de la construcción, al momento de construir las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y en el sector de operaciones y mantenimiento de la PTAR. La mayor disponibilidad de agua tratada para su utilización segura también contribuirá en la creación de ocupaciones en la agricultura, que es la principal consumidora del recurso y uno de los sectores que presenta mayor dependencia del agua para los empleos creados.

1

Empleos verdes y coyuntura laboral



Adicional a las estimaciones de empleos verdes desarrolladas con métodos propios para los sectores hídrico, energético y de aprovechamiento de materiales, cuyos principales resultados ya fueron enunciados, se cuenta con datos de empleos verdes de por lo menos dos procedencias adicionales. En primer lugar, se cuenta con las estimaciones de empleos verdes elaboradas por el DANE para cuatro categorías ambientales. En segundo lugar, se cuenta con el registro de empleos verdes verificados coordinado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Ambas fuentes de datos se describen a continuación.

Estimación de empleos verdes del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE)

Con base en la definición conceptual de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), los empleos ambientales y los empleos verdes son aquellos que están dirigidos a reducir las presiones sobre el capital natural a través de su protección, conservación y aprovechamiento sostenible en todo proceso de producción de un bien o servicio. No obstante, los empleos verdes, a diferencia de los empleos ambientales, contienen consideraciones sobre el bienestar de los trabajadores (dimensión de trabajo decente), que según el Ministerio de Trabajo corresponde a una justa remuneración, garantía de los derechos de los trabajadores y protección social (DANE, 2020b).

Las estimaciones de empleos ambientales y verdes elaboradas por el DANE se encuentran disponibles para los años 2017, 2018 y 2019. El cuadro siguiente muestra la evolución.

▶Cuadro 5. Empleos totales, ambientales y verdes estimados por el DANE 2017 – 2019

	2017	2018	2019	Variación 2017-2019	Variación 2018-2019
Empleo total	22.382.580	22.457.154	22.287.280	-0,43	-0,76
Empleos ambientales	113.107	129.583	155.419	37,41	19,94
Empleos verdes	82.786	79.187	85.722	3,55	8,25
Participación de empleos ambientales en el total de empleo	0,5%	0,6%	0,7%		
Participación de empleos verdes en el total de empleo	0,4%	0,4%	0,4%		
Participación de empleos verdes en los empleos ambientales	73,2%	61,1%	55,2%		

Fuente: elaborado con base en datos de 2020 del DANE.

Los empleos verdes se mantienen en torno del 0,4% del nivel general de empleo en todo el periodo. Además, mientras el empleo total se contrajo en 0,43% entre 2017 y 2019, los empleos ambientales aumentaron 37% y los verdes lo hicieron en 4%. Esto implica que los empleos en actividades ambientales crecieron más que el nivel general, aunque cada vez menor proporción de estos cumplen los criterios de trabajo decente.

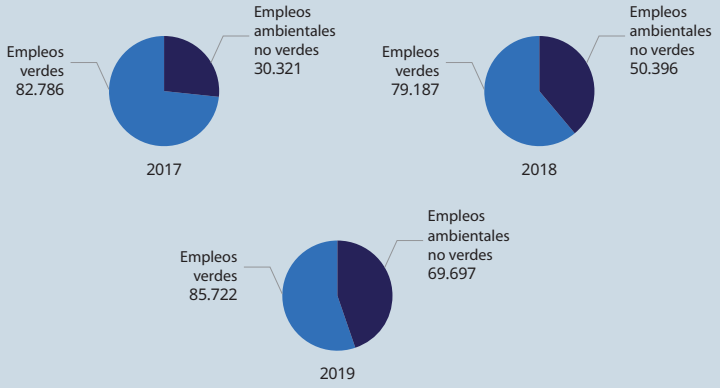
Los gráficos a continuación muestran el avance de los empleos ambientales no verdes dentro del conjunto de empleos ambientales.

A su vez, el DANE presenta información desagregada para las siguientes categorías ambientales:

1. Protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos.
2. Protección y recuperación de suelos, aguas subterráneas y superficiales, y protección de la biodiversidad.
3. Educación, administración y gestión ambiental, y gestión de los recursos naturales.
4. Gestión de recursos minerales y energéticos.

Las series para los años 2017, 2018 y 2019 están disponibles por categoría ambiental, tanto para el total de trabajadores como para las categorías ocupacionales de asalariados y trabajadores por cuenta propia o independientes. El cuadro a continuación muestra los correspondientes valores, así como la participación del empleo verde dentro del ambiental para cada variable.

▶Gráfico 2. Empleos ambientales no verdes y verdes, años 2017, 2018 y 2019



Fuente: elaborado con base en datos de 2020 del DANE.

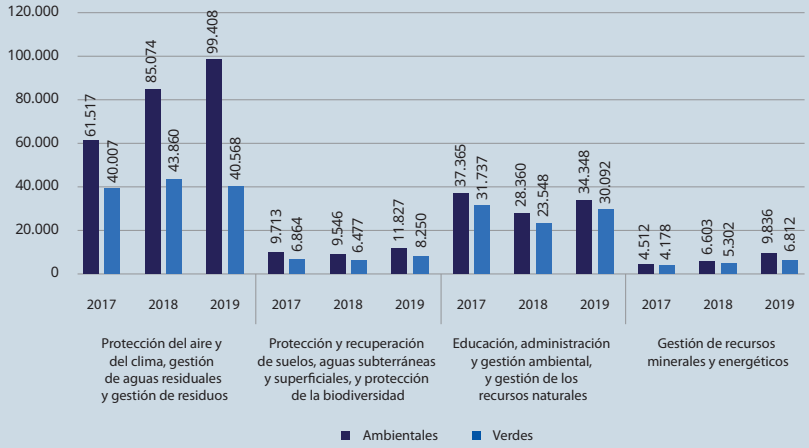
▶Cuadro 6. Empleos ambientales y verdes por categoría ambiental y categoría ocupacional, 2017 – 2019

Categoría ambiental	2017			2018			2019		
	Asal.	Indep.	Total	Asal.	Indep.	Total	Asal.	Indep.	Total
Protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos									
Ambientales	42.658	18.859	61.517	48.476	36.598	85.074	51.736	47.672	99.408
Verdes	37.791	2.216	40.007	41.373	2.487	43.860	38.492	2.076	40.568
Verdes en ambientales (%)	88,6%	11,8%	65,0%	85,3%	6,8%	51,6%	74,4%	4,4%	40,8%
Protección y recuperación de suelos, aguas subterráneas y superficiales, y protección de la biodiversidad									
Ambientales	6.288	3.425	9.713	7.297	2.249	9.546	6.883	4.944	11.827
Verdes	5.559	1.305	6.864	5.324	1.153	6.477	5.452	2.798	8.250
Verdes en ambientales (%)	88,4%	38,1%	70,7%	73,0%	51,3%	67,9%	79,2%	56,6%	69,8%
Educación, administración y gestión ambiental, y gestión de los recursos naturales									
Ambientales	21.728	15.637	37. 365	15.599	12.761	28.360	23.272	11.076	34.348
Verdes	20.183	11.554	31.737	14.579	8.969	23.548	21.496	8.596	30.092
Verdes en ambientales (%)	92,9%	73, 9%	84, 9%	93, 5%	70,3%	83, 0%	92, 4%	77, 6%	87, 6%
Gestión de recursos minerales y energéticos									
Ambientales	4.210	302	4.512	5.160	1.443	6.603	8.004	1.832	9.836
Verdes	4.038	140	4.178	5.018	284	5.302	6.243	569	6.812
Verdes en ambientales (%)	95,9%	46,4%	92,6%	97,2%	19,7%	80,3%	78,0%	31,1%	69,3%
Total									
Ambientales	74.884	38.223	113.107	76.532	53.051	129.583	89.895	65.524	155.419
Verdes	67.571	15.215	82.786	66.294	12.893	79.187	71.683	14.039	85.722
Verdes en ambientales (%)	90,2%	39,8%	73,2%	86,6%	24,3%	61,1%	79,7%	21,4%	55,2%

Fuente: elaborado con base en datos de 2020 del DANE.

Para favorecer la visualización se presenta la información en el siguiente gráfico:

▶Gráfico 3. Empleos ambientales y verdes según categoría ambiental para el total de trabajadores



Fuente: elaborado con base en datos de 2020 del DANE.

Entre las tendencias generales que es importante destacar, se observan:

- El claro predominio de la categoría 1 (Protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos) en el total de empleos ambientales y la pérdida relativa de peso de esta misma categoría en los empleos verdes. Esto podría deberse a una entrada importante de recicladores de oficio a la actividad de recuperación de materiales, que no es acompañada por estándares de trabajo decente.

- El razonamiento simétricamente opuesto para la categoría 3 (Educación, administración y gestión ambiental y gestión de los recursos naturales), que explica 22,1% de los empleos ambientales, pero 35% de los empleos verdes. Esto sugiere que las condiciones de contratación y empleo en esta categoría son superiores a los de las restantes.

- Una significativa brecha en el porcentaje de empleos verdes dentro del total de empleos ambientales para trabajadores por categoría ocupacional. El porcentaje de empleos verdes para los asalariados nunca es menor al 70%, mientras que para los independientes llega a niveles del 4% en la categoría 1. Esto indica que en las categorías ambientales el trabajo asalariado se da predominantemente en condiciones de trabajo

decente. Con excepción de la categoría 3, lo contrario ocurre con los trabajadores independientes.

Una tendencia declinante en la participación de empleos verdes en ambas categorías ocupacionales, como se vio, mucho más pronunciada entre trabajadores independientes.

El Cuadro anterior brinda gran cantidad de información que, por ser más específica a los sectores, será evaluada a lo largo del reporte.

Negocios Verdes Verificados (NVV)

En el año 2014 se creó el Plan Nacional de Negocios Verdes en el ámbito del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el objeto de definir los lineamientos y proporcionar herramientas para la planificación y toma de decisiones para el desarrollo y fomento de los negocios verdes y sostenibles, de acuerdo a las potencialidades y ventajas competitivas regionales, generando crecimiento económico, social y la conservación de los recursos naturales (Acevedo Pérez, 2018).

Los negocios verdes se definieron como aquellos que:

- Contemplan las actividades económicas en las que se ofertan bienes o servicios.
- Generan impactos ambientales positivos.
- Incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio.

Estos negocios se clasifican en tres categorías: ecoproductos industriales, bienes y servicios sostenibles provenientes de recursos naturales, y mercado de carbono (relacionado con el cambio climático).

La verificación de un negocio verde se encuentra a cargo de la autoridad ambiental y consiste en un análisis minucioso del cumplimiento de un conjunto de criterios relacionados con los impactos ambientales, económicos y sociales, como se resume en el gráfico a continuación:

▶Gráfico 4. Criterios de verificación de los NV



Fuente: Minambiente, 2020

En noviembre de 2019 la Oficina de Negocios Verdes Sostenibles (ONVS) había verificado un total de 21.053 empleos generados por negocios verdes en todo el país. La mayoría de estos se concentraron en la Región Caribe (8.428), convirtiéndola en la región más activa en incorporación laboral referida a negocios amigables con el medio ambiente, seguida por la región Central (5.655 personas). Un total de 1.414 empresas se encontraban avaladas bajo 12 criterios fundamentales, entre los que se encuentra la generación de empleo como parte indispensable de su responsabilidad social.

En el marco de la crisis sanitaria, la Oficina de Negocios Verdes Sostenibles del MADS puso a disposición el Portafolio de Productores de Negocios Verdes, con información de más de 1.110 productores verdes, 929 de los cuales han sido verificados y 181 se encuentran en dicho proceso. Desde su creación y especialmente durante la emergencia sanitaria causada por el Covid, el Portafolio no solo apoya a quienes producen conservando y conservan produciendo, también brinda un servicio a los consumidores acercando información comercial de una parte de la oferta de productos ambientales en las categorías de agrosistemas y agroindustria sostenible, biocomercio, aprovechamiento y valoración de residuos, construcción sostenible y soluciones energéticas. Los negocios que componen este Portafolio dan empleo a 16.000 trabajadores, distribuidos en 323 municipios y 30 departamentos del país (MADS, 2020).

No se conocen registros oficiales de los impactos de la crisis sanitaria en los NVV. La información en el Portafolio sugiere que durante la emergencia

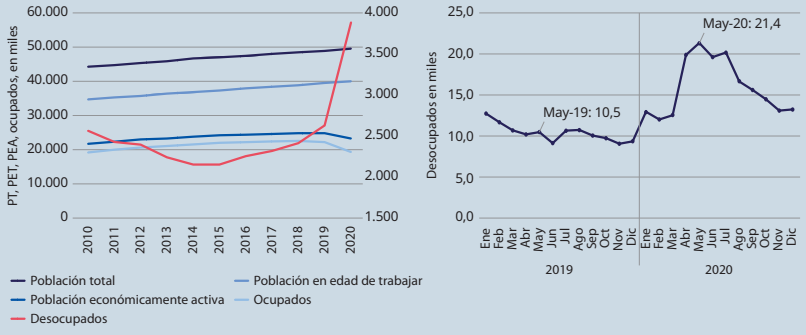
sanitaria aproximadamente, el 26% de los productores de NVV informó que no se encontraba produciendo y el 39% de informó que no se encontraba comercializando. Se aclara que estos datos corresponden a información relevada al momento de confeccionar el portafolio, sin que existan datos ulteriores que permitan corroborar su vigencia.

Impacto de la emergencia sanitaria provocada por la pandemia de la COVID-19 en el mercado de trabajo

El 25 de marzo de 2020, como parte de las medidas de política implementadas para enfrentar la crisis sanitaria de la COVID-19, se ordenó, por medio del Decreto Presidencial 457, el aislamiento preventivo obligatorio de todos los habitantes de la República de Colombia. El derecho a la circulación se mantuvo para casos como las actividades de asistencia o prestación de servicios de salud, la adquisición de bienes de primera necesidad, la atención de niños, adolescentes o ancianos, entre un conjunto más amplio de servicios y actividades considerados esenciales.

En la medición de abril de ese mismo año los indicadores laborales comenzaron a reflejar el impacto de la crisis sanitaria. Hasta entonces, el mercado de trabajo colombiano venía mostrando estabilidad, con una población económicamente activa (PEA) de tendencia levemente creciente y una tasa de desempleo alta, aunque estable en un rango de entre 9% y 10%. En abril de 2020 el número de desocupados experimentó un incremento mensual de más de un millón de trabajadores y en mayo de 2020, el número de desocupados se aproximó a 4.700.000 trabajadores.

▶Gráfico 5. Variables laborales 2010 – 2020 y Tasa de desempleo total, años 2019 y 2020



Fuente: elaborado con base en datos de la GEIH del DANE.

El Cuadro 7 muestra la comparación interanual de los principales agregados laborales entre el trimestre móvil de octubre–diciembre de 2020 con respecto a igual trimestre de 2019:

▶Cuadro 7. Comparación interanual de principales agregados laborales

Indicador laboral - en miles de personas	Oct-Dic 2019	Oct-Dic 2020	Variación ('000)	Variación (%)
Población total	49.105	49.620	515	1,0
Población en edad de trabajar	39.542	40.042	500	1,3
Población económicamente activa	25.223	24.742	-481	-1,9
Ocupados	22.816	21.332	-1.484	-6,5
Desocupados	2.407	3.410	1.003	41,7
Abiertos	2.237	3.222	985	44,0
Ocultos	170	188	18	10,5
Inactivos	14.320	15.300	981	6,8

Fuente: elaborado con base en información del DANE, datos del mercado laboral

La caída en los puestos de trabajo ocupados es de 1,5 millones de trabajadores, con un aumento del número de desocupados y de población inactiva. Según estimaciones de la OIT (2020), para el segundo trimestre la reducción del empleo fue del 27,1% para las mujeres y del 17,9% para los hombres.

Con base en el informe *Coyuntura Laboral en América Latina y el Caribe*, elaborado en forma conjunta por CEPAL-OIT (2020), en los países de la región estudiados, incluyendo Colombia, la categoría de trabajadores por cuenta propia muestra una mayor reducción del empleo que la categoría de trabajadores asalariados. Esto tendría que ver con la importancia del contacto presencial para muchas de las labores realizadas por cuenta propia, sobre todo en el sector informal. Sin embargo, en Colombia y otros países de la región con un importante sector agropecuario, la reducción del empleo entre los trabajadores por cuenta propia ha podido moderarse.

▶Cuadro 8. Variación interanual del número de ocupados, por categoría de ocupación, segundo trimestre de 2020

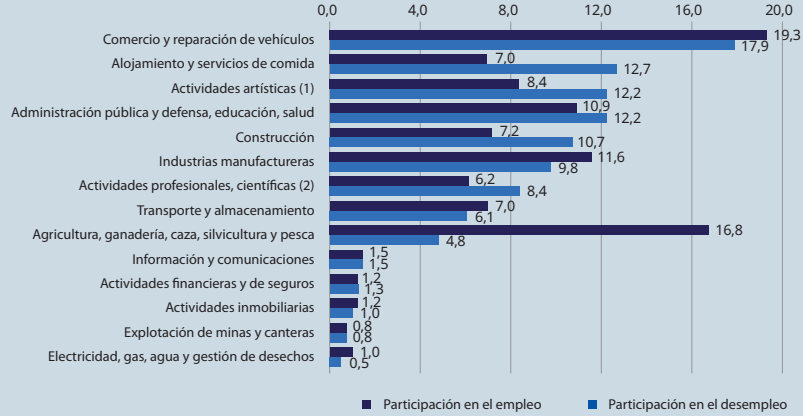
Asalariados en empresas e instituciones			Asalariados en hogares	Empleadores	Trabajadores por cuenta propia	Trabajadores no remunerados
Privados	Públicos	Total				
-24,2	-3,6	-22,6	-44,7	-30,2	-17,9	-29,1

Fuente: OIT, 2020

Indudablemente el impacto de la emergencia sanitaria en términos de personas ocupadas es muy importante en países con alta participación de la economía informal. Por eso, es importante que los estudios específicos consideren estos resultados según distintas variables relevantes como actividad económica, categoría ocupacional, género, departamento, etc.

El análisis pormenorizado de los trabajadores desempleados por rama de actividad en la última ocupación provee indicios con relación a los sectores que más han padecido las consecuencias de la crisis sanitaria. El gráfico 6 muestra la estructura del empleo y del desempleo por ramas de actividad para el trimestre móvil octubre–diciembre de 2020.

▶Gráfico 6. Estructura sectorial del empleo y del desempleo, trimestre móvil octubre– diciembre de 2020



(1) Actividades artísticas, entretenimiento, recreación y otras actividades,
(2) Actividades profesionales, científicas, técnicas y servicios administrativos.

Fuente: elaborado con base en datos del DANE.

Entre las actividades que mayor asimetría presentan en cuanto a su participación en el total de ocupados y en el total de cesantes, se encuentran las actividades de alojamiento y servicios de comida, que aportan el 7,0% de los ocupados pero el 12,7% de los cesantes, y otras actividades como construcción, actividades artísticas y de entretenimiento y actividades profesionales, científicas y técnicas. En cambio, las actividades de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, concentran el 16,8% de los ocupados y el 4,8% de los cesantes. Disparidades del mismo signo presentan el comercio y reparación de vehículos y la industria manufacturera.

Como se ha valorado en la literatura especializada, no es necesario destacar el grado de penuria económica y personal que se experimenta en los hogares con presencia de desocupados. Sin embargo, el fenómeno de la desocupación es solo una de las distorsiones ocupacionales que deben considerarse (Monza, 2002).

En efecto, de la comparación interanual exhibida en el Cuadro 1, resulta claro que la inactividad, que aumenta en la medición interanual casi 1 millón de personas, ha absorbido gran parte del desempleo. Esta tendencia fue señalada por el Observatorio de la OIT (2020). El documento concluye que, con muy pocas excepciones, la disminución del empleo en el segundo trimestre de 2020 ha propiciado un mayor aumento del grado de inactividad que del nivel de desempleo en todos los países.

Con datos para el segundo trimestre de 2019 y para el segundo trimestre de 2020, la reducción en el número de ocupados se puede desglosar en 31,5% de transición hacia el desempleo y 68,5% de transición inactividad (OIT, 2020).

Esta conclusión, sin embargo, es de carácter general y por otra está enfocada en indicadores de finales de 2020, es decir, cuando la situación laboral muestra alguna recuperación. En el caso de Colombia, el impacto de la pandemia puede complementarse con la dimensión de género y con datos de mediados de 2020.

Un estudio del DANE de 2020 muestra que la población inactiva, que aumentó 3,4 millones de personas entre abril y junio de 2020 respecto al mismo periodo en 2019, se compone en un 57% de mujeres y en un 43% de hombres (DANE et al., 2020).

Lo anterior tiene implicancias significativas: en primer lugar, de los datos recabados cabe deducir que enfatizar únicamente en la variación del nivel de desempleo puede arrojar resultados erróneos; en segundo lugar, el aumento del grado de inactividad repercute ampliamente en el plano político. Crisis anteriores han puesto de manifiesto que la «activación» de la situación de personas que se encontraban previamente inactivas es más difícil que volver a emplear a personas que han perdido su trabajo, de ahí que la existencia

de índices elevados de inactividad pueda dificultar aún más la recuperación del empleo (OIT, 2020).

El impacto de la crisis sanitaria sobre el nivel de salarios e ingresos evidencia que medidas como la reducción de la jornada (empezando por la eliminación de las horas extra) y los acuerdos para mantener los empleos con una reducción de los salarios se tradujeron en un deterioro de los salarios del empleo registrado en el segundo trimestre de 2020. Con datos que muestran una reducción promedio del 3,0% en el nivel salarial interanual del segmento registrado, se entiende que la caída en los ingresos ha sido mucho mayor.

La encuesta mensual del DANE dirigida a empresas del sector privado releva información de aproximadamente 8.400 unidades en los sectores de industria manufacturera, construcción, comercio y servicios. La edición de octubre de 2020 arrojó los siguientes resultados.

- El 19,0% de las empresas de los cuatros sectores reportó en septiembre de 2020 una reducción de trabajadores y horas laboradas; en mayo del mismo año esta proporción fue 34,5%.
- En septiembre de 2020, el 53,7% de las unidades económicas de los cuatro sectores afirmó tener una disminución de la demanda por sus productos o servicios. Servicios fue el sector con la mayor proporción (61,6%), y construcción presentó la menor (43,1%).

▶Cuadro 9. Encuesta Pulso Empresarial Nivel de operación de las empresas

Descripción	Niveles				Participación		
	Número de empresas que responden	Operación normal	Operación parcial	Cierre temporal	Operación normal	Operación parcial	Cierre temporal
Total empresas	7791	6512	1034	245	83,6	13,3	3,1
Industria manufacturera	2200	1976	195	29	89,8	8,9	1,3
Construcción	519	369	133	17	71,1	25,6	3,3
Comercio	2616	2410	191	15	92,1	7,3	0,6
Servicios	2456	1757	515	184	71,5	21,0	7,5

Fuente: DANE, Pulso Empresarial, edición octubre 2020.

La edición de octubre de la encuesta Pulso Empresarial, elaborada por el DANE, mostró que el 83,6% de las empresas se encontraba operando

normalmente, con mayores niveles entre el comercio y las manufactureras, seguidos por servicios y construcción. El 13,3% de las empresas se encontraba operando parcialmente y el 3,1% se encontraban temporalmente cerradas.

El relevamiento sobre las unidades empresariales de menor tamaño muestra una situación de mayor afectación. La Encuesta Trimestral de Desempeño Empresarial realizada en el segundo trimestre de 2020 por la Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ACOPI) reveló que el 86,2% de las MiPymes no contrató personal durante el segundo trimestre de 2020. Durante el mes de abril el 34% de las empresas encuestadas tuvo despidos o cancelación de contratos; en el mes de mayo esta cifra fue del 34% y en el mes de junio el 30% tuvo despidos y el 40,4% tuvo suspensión de contratos. En lo que respecta a la producción, el 88,8% de las empresas encuestadas manifestó disminución, el 7,3% la mantuvo y el 3,9% la aumentó (ACOPI, 2020).

La crisis de la COVID-19 ha afectado profundamente la actividad productiva. Tanto trabajadores como empresas se vieron afectados por la crisis sanitaria y por la suspensión de la actividad económica. La destrucción de empleos, el aumento del desempleo y incremento de la inactividad caracterizan la situación actual, con el agravante de que los peores efectos recaen sobre la población más vulnerable.

Referencias bibliográficas

Acevedo Pérez, B. A. 2018. Negocios Verdes con enfoque de ecoproductos industriales.

ACOPI, Asociación colombiana de las micro, pequeñas y medianas empresas. Encuesta trimestral de desempeño empresarial. No. 14 - Junio 2020 - Barranquilla.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización Internacional del Trabajo (OIT), "La dinámica laboral en una crisis de características inéditas: desafíos de política", Coyuntura Laboral en América Latina y el Caribe, Nº 23 (LC/TS.2020/128), Santiago, 2020.

DANE 2020, Pulso Empresarial. Base de datos.

DANE 2020. Comunicado de prensa. Pulso Empresarial. Sexta ronda – septiembre – octubre de 2020

DANE 2020b. Economía Circular. Primer Reporte 2020.

DANE, Consejería Presidencial para la Equidad de la Mujer, ONU Mujeres, 2020. Mujeres y hombres: brechas de género en Colombia.

FAO 2017. Reutilización de aguas para agricultura en América Latina y el Caribe Estado, principios y necesidades.

FAO 2020. Estudio del empleo verde, actual y potencial, en el sector de bioenergías. Análisis cualitativo y cuantitativo. Provincia de Salta.

FAO 2020b. Estudio del empleo verde, actual y potencial, en el sector de bioenergías. Análisis cualitativo y cuantitativo. Provincia de Santa Fé.

Gobierno de Colombia, Presidencia de la República, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo 2019. Estrategia nacional de economía circular: Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio.

Lora E. y S. Prada, 2016. Técnicas de medición económica.

MADS 2020. Portafolio de produtores de negócios verdes. Productos de negocios verdes comercializables en el marco de la emergencia sanitaria generada por la pandemia del coronavirus COVID-19.

Mariño Flores, 1993. Insumo Producto: Aplicaciones básicas al análisis económico estructura.

Minambiente 2017. Política Nacional. Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2020

Monza, Alfredo. 2002. Los dilemas de la política de empleo en la coyuntura argentina actual.

OIT 2020. Observatorio de la OIT: La COVID-19 y el mundo del trabajo. Sexta edición Estimaciones actualizadas y análisis.

Sitios web

DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. www.dane.gov.cp

OIT, Organización Internacional del Trabajo www.oit.org

2

Gestión de recursos hídricos y tratamiento de aguas residuales



- En 2019 las actividades de captación, tratamiento y distribución de agua emplearon aproximadamente 46.400 trabajadores, mientras que las de evacuación y tratamiento de aguas residuales emplearon 5.400. Una importante brecha de género en oportunidades laborales, alta participación de asalariados y niveles de ingreso al nivel o ligeramente por encima del promedio para el total de ocupaciones, son indicadores de la calidad de los empleos del sector.
- Las actividades del sector hídrico tienen alto potencial de creación de empleo. Además de las múltiples ocupaciones necesarias para el manejo de aguas y aguas residuales, deben contabilizarse los empleos en creación y ampliación de la infraestructura existente para dichas actividades, así como las ocupaciones favorecidas por la mayor disponibilidad del recurso, especialmente en sectores que dependen altamente del agua, incluyendo actividades agrícolas, ganaderas y forestales.
- El flujo del agua es una de las seis líneas de acción prioritaria establecidas en la Estrategia Nacional de Economía Circular. Las medidas tendientes a la preservación y el mejor aprovechamiento de este recurso establecen el objetivo agregado de aumentar la productividad hídrica, además de los objetivos específicos de reutilización de aguas residuales tratadas.
- Las acciones actuales y futuras que se desarrollen para el logro de los mencionados objetivos impactarán el volumen y la composición del empleo. Ejercicios de estimación realizados con una matriz insumo-producto, sugieren que, por cada incremento unitario de la demanda final en los sectores de manejo del agua, podrían crearse más de 27 empleos en el total de la economía, entre directos, indirectos e inducidos.
- Por tratarse de un sector en el que gran parte de las actividades se desarrollan con riesgo de contacto estrecho con materia contaminante y exposición a agentes químicos y biológicos, es un sector altamente sensible a las necesidades de control próximo para la garantía de la salud, seguridad y bienestar de sus trabajadores, del medioambiente y de la comunidad en su conjunto.

Desempeño del sector hídrico

Colombia es uno de los países con mayor riqueza en recursos hídricos del mundo. Disfruta de abundantes reservas, tanto subterráneas como superficiales (pantanos y lagos naturales y artificiales, humedales y glaciares,

entre otros). Sin embargo, la disponibilidad del recurso es cada vez menor: ya que frecuentemente la población y las actividades socioeconómicas se ubican en regiones con baja oferta hídrica, muchos ecosistemas no ven cubiertas sus necesidades hídricas y la contaminación es cada vez más grave (IDEAM, 2008).

La comparación con otros países indica que en el país la productividad del agua continúa siendo baja. Mientras que Colombia produce 18,9 dólares de PIB por cada metro cúbico de agua extraída, en los países de ingresos medios altos ese indicador es, en promedio, 27 USD/m3, mientras que los países miembros de la OCDE producen 114,4 USD/m3 (DNP, 2018). El bajo rendimiento del agua en Colombia está directamente relacionado con la baja productividad de la agricultura, como el sector con mayor consumo de este recurso (Gobierno de la República de Colombia).

Adicional al bajo desempeño en términos de productividad, también cabe resaltar la degradación del recurso hídrico que resulta del mismo. Al respecto, el Índice de Desempeño Ambiental (que evalúa el nivel de saneamiento definido como la cantidad de agua usada que es posteriormente tratada antes de su disposición, entre otros), establece que Colombia se encuentra en el puesto 61 de 180 países, con un puntaje de 63,79 (Documento CONPES 3934).

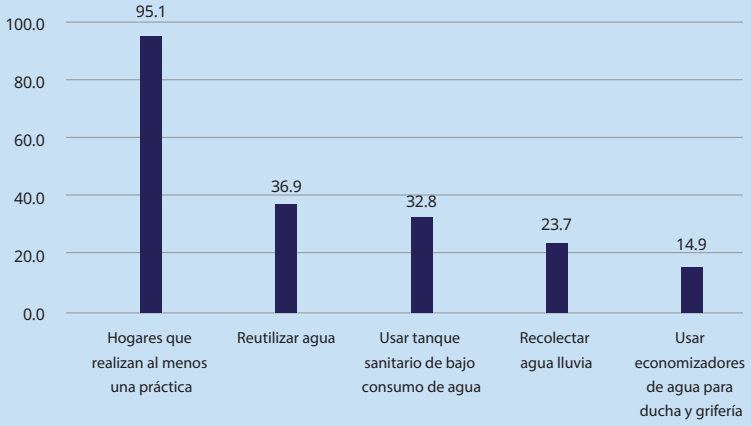
En el contexto de la gestión integral del recurso hídrico, el reúso del agua residual aparece como una estrategia para el ahorro y el uso eficiente del agua. Mediante esta estrategia, las aguas residuales tratadas se consideran como una fuente alternativa para suplir la creciente demanda de agua por diferentes sectores socioeconómicos, especialmente el agrícola, a la vez que se reduce la carga contaminante vertida en las fuentes hídricas de una cuenca y se minimizan los problemas de escasez por cantidad y calidad (Minambiente y Univalle, 2012).

Según datos difundidos en 2018 por el periódico *La República*, el porcentaje de agua residual tratada en Colombia alcanza el 42,8%. Cundinamarca es el departamento con mayor cantidad de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), con un total de 137; seguido por Antioquia con 90; Boyacá con 39; Cauca con 37; y Tolima con 36. Este tipo de infraestructura no ha sido implementada en la misma cantidad en zonas como Amazonas, que no cuenta con ninguna, o en lugares como Vichada y Guainía, que poseen dos cada uno (La República, 2018).

En cuanto al ahorro de agua por sectores, datos provenientes de una encuesta de hogares conducida por el DANE muestran que en el sector residencial prácticamente todos los hogares colombianos realizan prácticas de reducción en el uso del agua o de la energía (Estudio de caso 1).

▶Estudio de caso 1. Prácticas de reducción del consumo de agua en los hogares

De los casi 15,5 millones de hogares que hay en Colombia, el 95,1% realiza prácticas para reducir el consumo de agua y energía. Los hogares que se ubican en Bogotá D.C., Risaralda, Caldas, Quindío y Valle son los que realizan mayores esfuerzos relacionados con la disminución de este consumo (DANE, 2020).



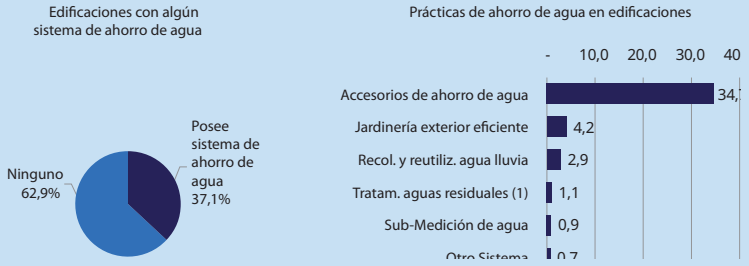
Fuente: elaborado con base en datos de 2020 del DANE. Anexos Estadísticos Primer Reporte Economía Circular

Respecto de las prácticas para reducir el consumo del agua, la más frecuente en el total nacional es la reutilización de agua (36,9%), seguida del uso del tanque sanitario de bajo consumo (32,8%), la recolección de agua de lluvia (23,7%) y el uso de economizadores de agua para ducha y grifería (14,9%).

Asimismo, se cuenta con información para el sector de la construcción, respecto de los sistemas de ahorro de agua implementados en la nueva edificación (Estudio de caso 2).

▶Estudio de caso 2. Ahorro de agua en la nueva edificación

En cuanto a la nueva edificación, para un total de 553 edificaciones registradas en el primer cuatrimestre de 2020, en el 37,1% de estas se reporta algún sistema de ahorro de agua, mientras que en el 62,9% restante no. La práctica más frecuente es la de instalar accesorios de ahorro de agua.



Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua. (2) Tanque de filtración de aguas lluvia.

Fuente: elaborado con base en datos de2020 del DANE.. Anexos Estadísticos Primer Reporte Economía Circular

Con base en el diagnóstico de baja eficiencia en el uso del recurso y a las consideraciones en relación al estrés hídrico, la ENEC identifica al flujo del agua como una de las líneas prioritarias y al agua como un elemento clave de la circularidad.

Entre los múltiples usos del agua reciclada, e independientemente de los costos asociados a cada operación, la Asociación Australiana del Agua (2020) enumera:

- Agua potable para beber.
- Usos no potables en hogares, riego de campos de golf y parques recreativos.
- Usos industriales como lavado y enfriamiento en centrales eléctricas y fábricas.
- Agricultura, horticultura, silvicultura, pastos, flores, viticultura y cultivo de caña de azúcar.
- Lucha contra incendios.

- Recarga de aguas subterráneas.
- Caudales ambientales y humedales.

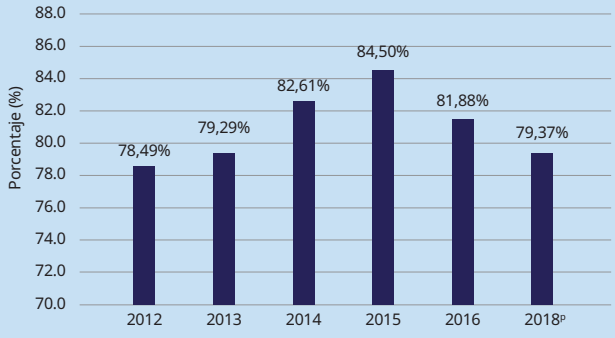
La potencial contribución de la recuperación del agua residual al ambiente implica no solo mejora en la calidad del cuerpo de agua receptor, sino también los beneficios relacionados con la reutilización del agua (sustitución de fuentes alternativas de agua, que es especialmente beneficiosa en áreas con escasez de agua), generación de energía a partir del biogás (mitigación y adaptación al cambio climático) y uso beneficioso de biosólidos como fertilizantes (sustitución de fertilizantes sintéticos que contribuyen a la contaminación). Deben considerarse las implicaciones sociales positivas de la planta a lo largo de todo el ciclo: empleos creados por la construcción, operación y mantenimiento de la planta; incremento en valores de la propiedad tras la mejora del cuerpo de agua receptor; fuentes alternativas de agua para los agricultores a partir de su reutilización; fertilizantes de bajo costo, los cuales son valiosos para los agricultores a partir de un programa de biosólidos; y beneficios en la salud resultantes de la mejor calidad del agua (Banco Mundial, 2020).

No obstante, la alta potencialidad de las aguas residuales para la reutilización del recurso, las aguas residuales, especialmente cuando no están tratadas, pueden contener altas concentraciones de patógenos humanos (bacterias, nematodos, protozoos y virus), sustancias irritantes de la piel y químicos tóxicos como metales pesados y residuos de pesticidas, lo que pone en riesgo la salud de las personas (Tchobanoglous et al., 2003). Cuando las aguas residuales se utilizan en la agricultura, los patógenos son el principal peligro para la salud humana por su exposición a través de diferentes vías. Estas vías de exposición son principalmente el contacto con aguas residuales (agricultores, trabajadores de campo y comunidades aledañas) y el consumo de productos cultivados con aguas residuales (consumidores) (González González et al., 2010).

Para evitar riesgos a las personas y al medioambiente, es necesario que las aguas residuales se encuentren adecuadamente tratadas.

En el caso del sector industrial colombiano, la introducción de normativa más rigurosa en cuanto al tratamiento de las aguas residuales provocó una reducción en el volumen anual tratado por la industria (Estudio de caso 3).

▶Estudio de caso 3. Sector industrial. Aguas industriales tratadas de manera segura



Fuente: DANE - Encuesta Ambiental Industrial (EAI) 2012- 2018p.

Hasta 2015 los establecimientos industriales mostraron una tendencia creciente del porcentaje de aguas que son vertidas después de ser tratadas, pero en 2016 y 2018 hay un quiebre en la tendencia. No obstante, durante el periodo analizado, los niveles de volumen de agua residual sometido a tratamiento por los establecimientos manufactureros han estado por encima del 78% del total de agua residual generada. Por otra parte, la reducción de los porcentuales de agua tratada podría deberse en parte a cambios en la medición, ya que en 2017 entró en vigencia una normatividad más rigurosa sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de los vertimientos, así como la medición de los mismos.

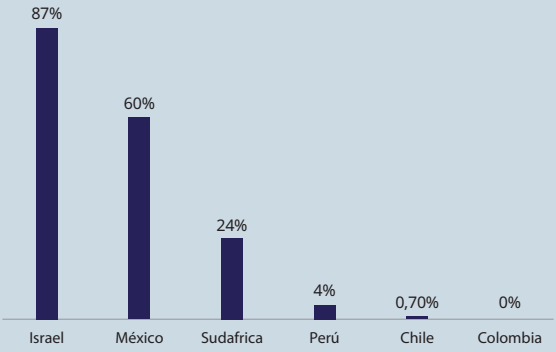
Tendencias globales de reutilización de aguas tratadas

Se estima que la capacidad mundial de reutilización del agua ha aumentado de 33,7 GL/día en 2010 a 54,5 GL/día en 2015, con el mayor crecimiento en China, Estados Unidos, Medio Oriente, África del Norte, Europa Occidental y países del sur de Asia (Voulvoulis 2018). A pesar de que muchos países han implementado sistemas de reutilización de agua recuperada, en muchas áreas su potencial aún no ha sido totalmente explotado y la proporción de aguas residuales reutilizadas es todavía pequeña.

Para América Latina y el Caribe un estudio del BID señala un déficit muy importante en lo que respecta al tratamiento de las aguas residuales. Para una muestra de operadores de agua y saneamiento que abastecen áreas urbanas de más de 300.000 habitantes, se encontró que en algunos casos no se produce tratamiento alguno, y en otros casos se registran valores del orden del 12%. Según estimaciones correspondientes a la población total de la región, el nivel de tratamiento es de aproximadamente un 28% (BID 2015).

La reutilización del agua también muestra importantes diferencias entre países. El gráfico a continuación, extraído de un estudio del DNP, muestra el indicador para un conjunto de países seleccionados.

▶Gráfico 7. Reutilización de agua residual tratada en países seleccionados



Fuente: Documento CONPES 4004

Aunque una mayor eficiencia en el uso del agua forma una parte importante de las soluciones a estos desafíos, existe un creciente énfasis en la reutilización de aguas residuales para fines de riego (OIT, 2017).

Sin embargo, la reutilización del agua residual requiere de importantes inversiones en tecnología e infraestructura de agua y saneamiento. Para América Latina y el Caribe, las inversiones necesarias para alcanzar en 2030 la meta de reducir a la mitad la proporción de aguas residuales no tratadas y cumplir con lo establecido en los ODS, se proyectan en US$ 29.700 millones. Como se señaló, este monto alcanza operadores de agua y saneamiento que abastecen áreas urbanas de más de 300.000 habitantes (BID, 2015).

El reciclaje y la reutilización del agua son fundamentales para un enfoque de Economía Circular y ofrecen una estrategia para mejorar el suministro de agua mediante la gestión de las aguas residuales. La necesidad de mejorar el indicador de agua residual tratada se experimenta a nivel global. Los países en desarrollo, además, cuentan con un sector agropecuario amplio, que consume y contribuye a la contaminación de gran parte de los recursos hídricos. En el marco de la Economía Circular, la gestión sostenible del agua requiere de importantes inversiones para lograr mayores índices de reutilización y para garantizar que esta se realice de manera segura para las personas y el medioambiente.

Tendencias globales de creación de empleo

La gestión y el uso de las aguas residuales pueden ser una fuente de empleo de varias formas (WWAP 2017):

- Eliminación de contaminantes de las corrientes de aguas residuales (tratamiento adecuado para esta finalidad mediante una miríada de opciones de tratamiento).
- Reutilización de aguas residuales de fuentes municipales, industriales y agrícolas en una variedad de sectores económicos.
- Recuperación de subproductos útiles (incluido biogás).

Sin embargo, en los proyectos de infraestructura la intensidad de la mano de obra, medida con la participación del costo salarial en el costo total del proyecto, varía en función de las condiciones iniciales y de la localización, la escala del proyecto, la maquinaria utilizada, etc. Un estudio de la OIT (2014) muestra la intensidad de mano de obra en proyectos de programas públicos de empleo (PPE) para Kenia, Madagascar y Sudáfrica.

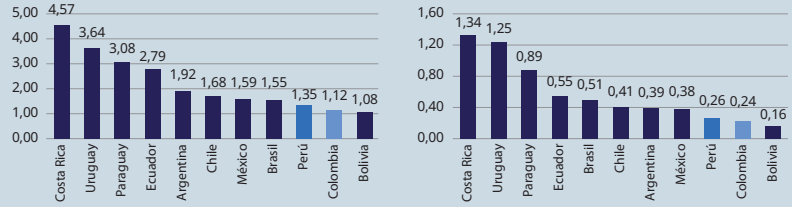
▶Cuadro 10. Intensidad de mano de obra en programas públicos de empleo (PPE) relacionados con la provisión de servicios de agua y saneamiento

Proyecto	País	Intensidad de mano de obra
Suministro de agua y saneamiento	Kenia	Entre 15% y 35%
Conservación del suelo y el agua	Kenia	70%
Riego	Kenia	80%
Riego en pequeña escala	Madagascar	Entre 25% y 30%
Sistemas de desagüe y riego	Sudáfrica	Entre 40% y 80%
Alcantarillado	Sudáfrica	20%
Suministro de agua	Sudáfrica	Entre 15% y 20%

Fuente: elaboración propia con base en datos de 2014 de la OIT – Programa de Inversiones Intensivas en Empleo.

A nivel global existen indicadores de empleo para algunas de las funciones relacionadas con la provisión del agua. La base de datos mundial IBNet brinda indicadores de empleo con base en información colectada de las empresas proveedoras de los servicios de agua y alcantarillado. Los gráficos a continuación muestran algunos de los datos disponibles.

▶Gráfico 8. Empleos en empresas de agua y saneamiento por cada 1.000 conexiones o por cada 1.000 habitantes con conexión al servicio



Fuente: IBNet

En los gráficos para países comparativos de la región, el índice para Colombia se ubica entre los menores de la serie.

En cuanto al balance de género, información de las empresas proveedoras de los servicios de agua y saneamiento, muestran que en el sector predominan los trabajadores hombres. La mencionada base de datos global IBNet presenta datos de género, con el indicador de porcentaje de empleadas mujeres para las empresas de servicios de agua y saneamiento. Disponible para 34 países, el indicador tiene un valor promedio de 21%. El valor más alto lo alcanza Mongolia, con 46% de trabajadoras sobre el total y el valor más bajo se da en Bangladesh, con el 5%.

Los empleos de la gestión del recurso hídrico, incluido el tratamiento de aguas residuales, no se limitan a las ocupaciones en actividades de recuperación y reutilización propiamente dichos, sino que existe un conjunto de ocupaciones asociadas a la gestión y disponibilidad del recurso. El Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWPA) en 2016 identificó las siguientes tipologías de empleo:

- **Trabajos de agua:** son empleos directos en los sectores del agua, que se componen principalmente de: a) la gestión de los recursos hídricos, incluyendo la gestión integrada de los recursos hídricos y la restauración y rehabilitación de los ecosistemas; b) la construcción y gestión de infraestructura del agua; y c) la prestación de servicios relacionados con el agua, que incluye: el suministro de agua, el alcantarillado, la gestión de residuos y las actividades de rehabilitación (UN DESA, 2008).

- **Empleos que dependen del agua:** se refieren a puestos de trabajo directos en los sectores económicos alta y moderadamente dependientes del agua.

- **Trabajos de agua auxiliares:** son aquellos que proporcionan el entorno propicio relacionado con el agua y el apoyo necesario para las actividades o el funcionamiento de una organización, institución, industria o sistema. Incluyen, por ejemplo, a peritos legales y formuladores de políticas, ingenieros, planificadores, financieros e hidrólogos.

- **Trabajos relacionados con el agua:** se refieren indistintamente a cualquier tipo de trabajo cuyas tareas esenciales tienen relación con el agua. Comprenden principalmente los puestos de trabajo del sector del agua y los trabajos auxiliares de agua.

Según esta clasificación, un 78% de los empleos en el mundo dependen del agua en distinta medida. De estos, el 42% (1.400 millones de empleos) está en sectores muy dependientes del agua, como la pesca, la agricultura y la minería, mientras que el 36% (1.200 millones), pertenece a áreas "moderadamente dependientes", como la construcción, el ocio y el transporte, según refleja el organismo internacional.

Normativa y documentos reglamentarios

En Colombia el sistema de tratamiento de aguas residuales se rige por un conjunto amplio de legislación y normativa. Entre las medidas más significativas se encuentran:

- El Decreto 3930 de 2010, compilado en el Decreto 1076 de 2015, que promueve el reúso de aguas residuales a través de los planes de reconversión a tecnologías limpias en gestión de vertimientos.

- La Resolución 1207 de 2014, la cual define los valores de calidad permisibles para el reúso del agua residual. Sin embargo, la resolución requiere de ajustes para ampliar el alcance del reúso de aguas tratadas.

Así como los siguientes documentos CONPES:

- Documento CONPES 4004 – *Economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales*. Tiene por objetivo general mejorar las capacidades institucionales y de gobernanza, implementar un modelo de Economía Circular y desarrollar mecanismos de gestión de la información en la prestación de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales para garantizar la disponibilidad de agua en el largo plazo, y la prestación de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales en condiciones de calidad y continuidad.

Para cumplir con este objetivo, se define la política de Economía Circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales,

con el propósito de gestionar el recurso de manera integral y buscar su sostenibilidad y protección, incluyendo las etapas de captación del recurso, uso eficiente del mismo por parte de los usuarios, tratamiento de aguas residuales, control de vertimientos, reúso de aguas residuales tratadas y disposición en los cuerpos receptores.

Se prevé que la política de gestión del agua se ejecutará en 42 acciones, con un costo estimado de COP 31.646 millones.

Objetivos, metas e indicadores para el sector

Para el cierre del ciclo del agua, la Estrategia Nacional cuantifica los siguientes objetivos agregados de productividad hídrica y metas específicas en cuanto a la gestión de las aguas residuales tratadas.

▶Cuadro 11. Indicador agregado para el conjunto de la economía

Indicador agregado	Línea de base 2015	Meta a 2030
Productividad hídrica (en $ por m3 de agua extraída)	4.775	5.495

Fuente: con base en la ENEC, 2019

El indicador agregado de productividad hídrica implicará esfuerzos de ahorro en el uso del agua.

▶Cuadro 12. Otras metas sectoriales establecidas en la ENEC

Indicador	Meta
Número total de proyectos de reúso de agua (uso seguro del agua residual) autorizados/ año	Aumentar en 50% el número de proyectos autorizados de reúso de agua residual tratada a 2022
Índice de Pérdidas por Suscriptor Facturado (IPUF)	Reducir en un 20,9% el Índice de Pérdidas por Suscriptor Facturado (IPUF) al año 2022
Porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas/total de aguas residuales generadas	Aumentar a 54,3% el porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas al 2022
Número de Puntos de monitoreo con Índice de Calidad de Agua (ICA) malo	Disminuir a 20 el número de puntos de monitoreo con índice de Calidad del Agua (ICA) malo para 2022

Fuente: Gobierno de la Republica de Colombia, 2019.

El Documento CONPES 4004 de gestión del agua en la Economía Circular reproduce la meta fijada para el tratamiento de aguas residuales en los ODS.

▶Cuadro 13. meta fijada para el tratamiento de aguas residuales en los ODS

Nombre del indicador	Línea de base 2018	Meta 2025	Meta 2030
Porcentaje de tratamiento de aguas residuales	42,8%	54,3%	68%

Fuente: Documento CONPES 4004

Se espera que estas metas contribuyan a la reducción de la extracción de recursos naturales, así como a la conservación y uso eficiente del agua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

Con relación a la línea de base para las metas de tratamiento de aguas residuales al año 2030, se observa que en el país existen actualmente 562 sistemas instalados en diferentes municipios del país (Acuatécnica, 2017). Datos de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) indican que para el año 2018, el caudal total tratado por los prestadores del servicio público de alcantarillado a cargo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales urbanos y rurales del país, fue de 28,95 metros cúbicos por segundo (m3/s). El valor referido representa un incremento de 0,28 m3/s respecto al dato de la vigencia 2017, que correspondió al 28,67 m3/s (SSPD, 2019).

La construcción de sistemas de tratamientos de aguas en Colombia es una práctica relativamente reciente. Según un estudio de UNICEF, menos de la cuarta parte de los municipios de 21 departamentos analizados cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales.

Empleo verde en el sector del agua

El segmento verde de la actividad de gestión del agua y aguas residuales comprende los trabajos decentes dentro de las tareas de tratamiento y reutilización del agua. Las estimaciones de empleo verde desarrolladas por el DANE presentan un dato agregado que es la sumatoria de los empleos verdes en protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos. Para 2019, se estimaron en esta categoría ambiental un total de 99.408 empleos ambientales y un total de 40.568 empleos verdes. El cruce con datos complementarios sugiere que la mayoría de estos empleos, sin embargo, corresponden a actividades de gestión de residuos y son desarrollados por recicladores (ver Sección de Reciclaje).

▶Cuadro 14. Empleos verdes en el sector del agua

Categoría Ambiental	Empleos ambientales			Empleos verdes		
	Asalariados	Independientes	Total	Asalariados	Independientes	Total
Protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos	51.736	47.672	99.408	38.492	2.076	40.568
Protección y recuperación de suelos, aguas subterráneas y superficiales, y protección de la biodiversidad	6.883	4.944	11.827	5.452	2.798	8.250

Fuente: DANE, 2020

Datos de mercado laboral del DANE permiten identificar las divisiones relacionadas con el manejo del agua. Según la CIIU 4, revisada para Colombia, estas divisiones durante 2019 ocuparon 53.200 trabajadores, distribuidos en las divisiones a continuación:

▶Cuadro 15. Divisiones CIIU relacionadas con el manejo del agua (Ocupados por categoría de ocupación)

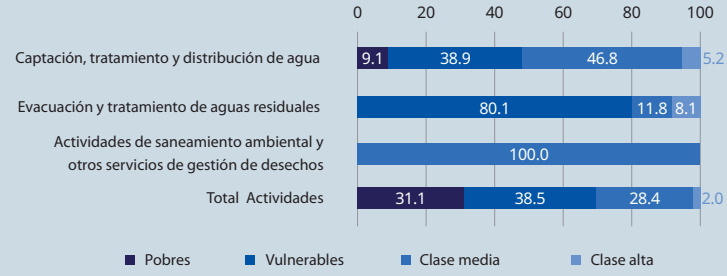
CIIU4	Total de ocupados	Cuenta propia		Asalariados		Patrón o empleador		Sin remuneración y otros	
		('000)	%	('000)	%	('000)	%	('000)	%
36 Captación, tratamiento y distribución de agua	46,4	6,0	12,9	40,4	87,1				
37 Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5,4	0,3	6,2	5,0	92,1	0,0	0,1	0,1	1,6
39 Actividades de saneamiento ambiental y otros servicios de gestión de desechos	1,4	0,3	20,2	1,1	79,8				

Fuente: DANE, 2019

Las tres actividades relacionadas con el manejo de aguas presentan un alto grado de asalariados, que alcanza niveles próximos al 80% o más del total de ocupados. Dada la alta participación de trabajadores asalariados, puede inferirse (aunque sin cuantificar) un concomitante grado de formalización en estos empleos y, por lo tanto, un mayor cumplimiento de las normas laborales.

Para los trabajadores independientes, que tienen participación minoritaria en los tres grupos, existe información detallada respecto de sus condiciones de ingresos y clase social. El gráfico a continuación muestra la distribución de los trabajadores por cuenta propia en clases sociales o de ingreso, para trabajadores del sector del agua y para el total de trabajadores por cuenta propia de la economía.

▶Gráfico 9. Sector del Agua – Ocupados independientes según nivel de ingresos – clase social



Fuente: DANE, 2019

Comparando con la distribución para los más de nueve millones de trabajadores por cuenta propia registrados en 2019 para el total de actividades económicas, el sector de captación, tratamiento y distribución de agua presenta una mayor concentración de trabajadores en las clases media y alta, sumando 52% en ambas categorías. En cambio, entre los trabajadores independientes ocupados en evacuación y tratamiento de aguas residuales, más del 80% se clasifica como vulnerables.

Si bien el número de trabajadores independientes en las ocupaciones relacionadas con el manejo del agua es escaso y por tal motivo no es posible elaborar afirmaciones concluyentes, los datos sugieren una degradación de las condiciones laborales de los trabajadores independientes del sector de tratamiento de aguas residuales, con relación al resto de los trabajadores, fundamentalmente debido a la fuerte reducción del segmento de clase media. Como se señaló, la presente sería una hipótesis para ser corroborada con mayor indagación.

En cuanto a la composición por género, con microdatos de la GEIH se obtuvo que en el sector de eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares, predomina el empleo masculino, ya que las trabajadoras representan el 18,4% del total de empleo en el sector[1].

Se cuenta con datos de ingresos mensuales para los trabajadores del sector de gestión hídrica:

▶Cuadro 16. Ingresos mensuales para trabajadores del sector hídrico y total de ocupaciones, COP 2019

Trabajadores sector hídrico	Cuenta propia	Asalariados
Captación, tratamiento y distribución de agua	1.796.449	1.918.920
Evacuación y tratamiento de aguas residuales	1.199.742	1.805.466
Promedio total de ocupaciones	1.219.762	1.797.605

Fuente: elaboración propia con base en datos de 2019 del DANE.

Como se observa, solo el segmento de trabajadores por cuenta propia en evacuación y tratamiento de aguas residuales tienen ingresos algo menores al promedio para el total de ocupaciones, mientras que las restantes categorías tienen niveles de ingreso mayores.

Los empleos verdes del sector serían, entonces, los casi 5.000 empleos que conforman la porción asalariada de los trabajadores de la actividad 37 (Evacuación y tratamiento de aguas residuales). Este valor estaría subestimando en algún grado el valor real, por la imposibilidad de estimar de forma precisa los empleos verdes de las actividades asociadas.

Puestos sin cubrir

Son puestos de trabajo para los que existe una búsqueda activa y que se anuncian para ser cubiertos de manera inmediata con un trabajador ajeno a la empresa. Un puesto vacante puede deberse a la necesidad de reemplazar a un trabajador o a la necesidad de la empresa de ampliar su fuerza de trabajo para hacer frente a una demanda incrementada.

Para conocer las características de la demanda actual de puestos sin cubrir, de las capacidades técnicas solicitadas y de las condiciones de trabajo ofrecidas por los empleadores, se realizó un relevamiento de los requerimientos específicos de mano de obra por parte de empresas de todo el país en el rubro de tratamiento de aguas residuales.

1 Microdatos correspondientes a marzo de 2019.

El Cuadro 17 a continuación, muestra algunos ejemplos.

▶Cuadro 17. Tratamiento de Aguas Residuales. Requerimientos de mano de obra para puestos sin cubrir

Puesto sin cubrir	Formación requerida	Remuneración (en COP y en unidades de salario mínimo)	Algunas actividades esperadas para la posición
Ingeniero civil	Ingeniería civil	COP 4.500.000 SM 4,59	Diseñar y dirigir la construcción de obras de saneamiento; abastecimiento de agua, recolección, tratamiento y disposición final de aguas residuales.
Geotecnista	Ingeniería civil	COP 2.500.000 SM 2,55	
Ingeniero ambiental	Ingeniería ambiental		
Profesional tratamiento de lixiviado		COP 4.265.900 SM 4,35	
Coordinador regional Planta Tratamiento Lixiviados	Ingeniero químico, industrial, ambiental	COP 1.688.000 SM 1,72	Diseñar y elaborar planes de muestreo. Ejecutar pruebas in situ para el monitoreo de aguas residuales.
Supervisor de planta de aguas residuales y obras	Técnico o tecnólogo en áreas industriales	COP 1.676.925 SM 1,71	Supervisión de la planta, actividades de operación de planta de tratamiento, estado de materiales y reporte de daños.
Técnico de muestreo de aguas residuales	Tecnólogo, ingeniero: químico, ambiental o en recursos hídricos y gestión ambiental o administrador ambiental		
Técnico ambiental	Técnico o tecnólogo ambiental		Realizar el tratamiento de agua residual industrial de acuerdo al manejo de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), realizar el inventario de insumos químicos, realizar el control de residuos sólidos y líquidos en la planta.
Auxiliar			Realizar el montaje de los equipos; Asegurar la calidad de los muestreos y preservación de las muestras antes de entregar al laboratorio; llevar los registros completos correspondientes a los procedimientos de muestreo.
Operario de aguas residuales	Tecnólogo químico, en control ambiental y administrativo ambiental		Manejo de plantas de tratamiento de aguas residuales y potables.
Operador plantas de tratamiento de aguas y desechos	Técnico ambiental o en aguas residuales		Recoger muestras de aguas residuales y desechos, examinar y analizar los resultados y hacer los ajustes a los sistemas y equipos de planta que sean requeridos.
Operador de volqueta articulada			Realizar el transporte de materiales dentro de la obra.

NOTA: se considera un salario mínimo de CO 980.657,0.

Fuente: Elaboración propia sobre anuncios publicados en portales de empleo masivos, relevados durante la semana del 13 al 19 de septiembre de 2020

En el segmento de tratamiento de aguas residuales hay posiciones sin cubrir para una variedad de niveles de calificación. Estos incluyen ingenieros, geotecnistas, responsables de muestreo, técnicos ambientales, coordinadores, supervisores, técnicos, auxiliares y toda clase de operarios de planta. Entre las competencias requeridas predominan las ingenierías ambiental y química, tecnólogos y expertos en recursos ambientales e hídricos. Los salarios ofrecidos oscilan entre 1,2 y 4,6 veces el valor del salario mínimo, aunque muchas posiciones de operario se ofrecen por el equivalente al salario mínimo. El detalle de actividades incluye el diseño de obras, el montaje de equipos y la toma y manejo de muestras.

Potencial de creación de empleo verde

En un sentido amplio, todas las ocupaciones del sector del agua tienen el potencial de transformarse en empleos verdes. De esta forma, existen más de 53.000 trabajadores en ocupaciones con oportunidad de contribuir a la preservación y ahorro del recurso hídrico y verificar condiciones de remuneración justa, derechos de los trabajadores y protección social.

Además, dentro del potencial deben contabilizarse los empleos que la mayor disponibilidad de agua haría posible en los sectores que dependen altamente del recurso hídrico, como la agricultura y la ganadería.

Considerando específicamente las metas establecidas en las políticas sectoriales, las fuentes de creación de empleo estarían asociadas a la ampliación de la capacidad de tratamiento de aguas residuales, ya sea por la ampliación de obra existente o construcción de nuevas PTAR.

Los proyectos de construcción, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) generan empleos temporales y permanentes durante las siguientes etapas:

- Diseño.
- Construcción.
- Puesta en marcha–preoperación.
- Operación y mantenimiento.

Asimismo, crean una demanda en los servicios, la cual tiene un impacto sobre la economía local y de la región.

Fase de construcción

La fase de construcción de las PTAR ofrece un potencial de creación de empleo elevado, que podría extenderse por varios meses. En el caso de la PTAR San

Silvestre, por ejemplo, localizada en Barrancabermeja, la construcción se previó para 20 meses. En el caso de la PTAR El Salitre, que se encuentra en fase de ampliación, ha llegado a tener más de 2.000 trabajadores en algunas de las fases de la construcción. Esta planta tratará un volumen de 7,0 m3 por segundo. Los empleos en construcción, además, garantizan beneficios para las comunidades y el área de influencia donde se encuentra localizada la planta. Es importante resaltar que la participación de personal profesional también tiene un alto porcentaje de participación.

Los datos disponibles muestran que, en promedio, el volumen de empleo creado en la fase de construcción podría estar asociado a la capacidad de tratamiento de la planta. Con base en datos colectados de plantas en funcionamiento y de proyectos de prefactibilidad, el empleo creado estaría en un rango de entre 0,17 y 0,25 empleos por l/segundo de agua tratada[2].

Fase de operación y mantenimiento

Para la fase de operación y según un modelo de costos matemáticos desarrollado para una PTAR genérica (Salas Quintero y otros, 2007), la planta de personal de un sistema de tratamiento de aguas residuales puede estar conformada por trabajadores con las siguientes competencias:

▶Cuadro 18. Requerimientos de personal para una PTAR genérica

Plan de personal	Cargo
Administración	Administrador
	Auxiliar de administración
Labores de operación	Operador
	Auxiliar de operación
Labores de mantenimiento	Técnico mecánico
	Técnico electricista
	Auxiliar de mantenimiento
	Celador
Laboratorio	Químico
	Técnico de laboratorio

Fuente: Salas Quintero et al. 2007

2 Con datos de PTAR en funciones o proyectadas en Colombia, México y Nicaragua.

El número de empleos para una planta de la dimensión intermedia podría ubicarse en un entorno de 65 o 70 empleados vinculados, la mayoría de los mismos con residencia en la zona geográfica donde se encuentra la planta (Acueducto de Bogotá, 2019).

En suma, la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales o la ampliación de las existentes puede generar empleos verdes directos en las áreas de construcción y para los trabajos de operación y mantenimiento. Los niveles de empleo generados dependerán del volumen de agua tratada y de la tecnología utilizada, entre otras variables. Además, se espera que estos trabajos cumplan con las condiciones de trabajo decente y que tengan un efecto multiplicador sobre las economías regionales.

Matriz Insumo-Producto

Otra dimensión del potencial de creación de empleo en el sector está dada por los resultados de estimaciones realizadas con una matriz insumo-producto para Colombia, que brinda información referida a la cantidad de empleos directos, indirectos e inducidos que podrían crearse ante un aumento unitario de la demanda final dirigida al sector (el anexo estadístico con el contenido de la Matriz Insumo-Producto se encuentra disponible a requerimiento).

▶Cuadro 19. Multiplicadores de empleo en los sectores del agua

Sector de la MIP	Efectos directos e indirectos (*)				Efectos directos, indirectos e inducidos (*)			
	Efecto empleo 1	RDE 1	RIE 1	Multiplicador del empleo Tipo 1	Efecto empleo 2	RDE 2	RIE 2	Multiplicador del empleo Tipo 2
Captación, tratamiento y distribución de agua	13,4	6,2	7,1	2,14	18,5	6,2	12,3	2,96
Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5,4	1,2	4,3	4,67	8,7	1,2	7,6	7,51

Fuente: elaboración propia con base en datos de la MIP 2017 y empleo para 2017.

Los resultados de la MIP para Colombia en el sector hídrico muestran que un aumento del gasto exógeno de COP 1.000 millones en la demanda final dirigida al sector de captación, tratamiento y distribución de agua, crearía 18,5 empleos en toda la economía, considerando los efectos directos, indirectos e inducidos. De estos empleos, 6,2 se crearían en el propio sector y 12,3 empleos se crearían en los sectores que conforman su cadena de suministros.

En el caso de la evacuación y tratamiento de aguas residuales, que es el segmento verde propiamente dicho, los empleos creados ante un aumento exógeno de COP 1.000 millones en la demanda final al sector, propiciaría la creación de 8,7 empleos en toda la economía. De estos empleos, 1,2 corresponderían al propio sector y 7,6 se crearían en los sectores que conforman su cadena de suministros.

En cuanto al consumo intermedio de los sectores relacionados con la gestión del agua, los datos de la MIP muestran que más del 50% del gasto en ambos sectores corresponde a los siguientes rubros: i) generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica; ii) actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil (alquiler de maquinaria y equipo de construcción con operadores); y iii) actividades de servicios administrativos y de apoyo.

Además, la fabricación de productos de caucho y plástico, las actividades profesionales, científicas y técnicas y el comercio al por mayor, entre otras, también explican gran parte del consumo intermedio de ambos sectores.

Seguridad y Salud en el Trabajo

Los riesgos que enfrentan los trabajadores del sector son múltiples y requieren de una acción coordinada de apoyo en materia de entrenamiento y capacitación para preparar a los trabajadores en la realización segura de sus tareas. Muchas empresas han desarrollado programas amplios de capacitación y monitoreo que anticipan y minimiza los riesgos asociados al oficio. El programa de Seguridad y Salud en el Trabajo de la PTAR El Salitre es un ejemplo de lo anterior (ver estudio de caso 4).

Los trabajadores del sector de tratamiento de aguas residuales enfrentan riesgos y peligros en todas las fases de ejecución del proyecto. La construcción y el mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas y desechos, pueden traer como consecuencia muertes por colapso en las zanjas, caídas, espacios limitados y exposición al cloruro o gas de sulfuro de hidrógeno, además de enfermedades. Las aguas residuales y los desechos acarrean bacterias, hongos, parásitos y virus que pueden causar infecciones intestinales, pulmonares y de otro tipo. Si el equipo, las costumbres laborales y el equipo de protección personal (PPE) no impiden la absorción de esos agentes, los trabajadores experimentan una posibilidad alta de contraer enfermedades (CPWR, 2002).

Un estudio sobre buenas prácticas en estaciones depuradoras de aguas residuales (Asepeyo, 2009) enumera los siguientes riesgos principales generales que se pueden presentar en estos lugares:

- Golpes y contacto con objetos punzantes, cortantes, duros o rugosos.
- Golpes, choques y atrapamientos con objetos en movimiento.
- Golpes y atropellos causados por vehículos.
- Golpes por caídas al mismo nivel.
- Golpes por caídas a distinto nivel.
- Golpes por objetos proyectados.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a agentes químicos.
- Exposición a agentes biológicos.
- Exposición a ruido y vibraciones.
- Contacto con productos o entornos a temperaturas extremas.
- Exposición a condiciones ergonómicas de iluminación.
- Sobreesfuerzo físico derivado de posturas forzadas del cuerpo, movimientos repetitivos y manipulación de carga.
- Exposición a condiciones psicosociales del puesto de trabajo.
- Incendios y explosiones.

El estudio además presenta estadísticas para 526 accidentes en la jornada de trabajo, reportados en actividades de captación, depuración y distribución de agua, en función de la forma-modalidad de la lesión, de acuerdo a los siguientes porcentajes:

▶Cuadro 20. Accidentes con baja en jornada de trabajo en las PTAR

Forma-contacto-modalidad de la lesión	Porcentaje
Sobre esfuerzo físico sobre el sistema músculo-esquelético	37,8%
Aplastamiento sobre contra, resultado de una caída	11,2%
Aplastamiento sobre tu contra, resultado de un tropiezo o choque	9,2%
Choque o golpe contra un objeto que cae	6%
Choque o golpe contra un objeto (incluido vehículos) en movimiento	6%

Fuente: Aspeyo 2009

La mayoría de los accidentes reportados son el resultado de un sobreesfuerzo físico, seguido de caídas, tropiezos o choques y otros de menor incidencia.

▶Estudio de caso 4. PTAR El Salitre: La Seguridad en el trabajo un compromiso de todos

En la PTAR El Salitre, dado que el personal permanentemente ejecuta actividades de alto riesgo como trabajo en alturas, riesgo eléctrico, con soldadura, en espacios confinados, en zanjas, excavaciones y con izaje de cargas; se realizan capacitaciones al personal según los riesgos a los que se encuentran expuestos. Así mismo se cuenta con personal calificado en Seguridad y Salud en el Trabajo en cada uno de los frentes de obra.
Como parte de estas actividades, cada empleado está alerta y atento a las condiciones de los sitios de trabajo, con el fin de tomar las medidas necesarias para garantizar un ambiente laboral seguro. Por su parte, el departamento de SST del Consorcio Expansión PTAR Salitre se encarga de asignar los elementos de protección personal acordes a cada una de las actividades desempeñadas en los frentes de obra y realizar inspecciones de seguridad, verificando que se cumpla con las condiciones exigidas por la norma y la elaboración de los permisos de trabajo para evidenciar el cumplimiento de la seguridad.

Fuente: PTAR El Salitre, website.

En cuanto al equipamiento adecuado para desempeñar las tareas de manejo de aguas residuales, se recomienda el siguiente equipamiento de protección personal para los trabajadores que manipulan aguas residuales:

- **Gafas protectoras**, para proteger los ojos de salpicaduras de aguas residuales o desechos.
- **Mascarilla protectora o pantalla facial a prueba de salpicaduras**, para proteger la nariz y la boca de salpicaduras.
- **Overoles repelentes de líquidos**, para mantener los desechos humanos o las aguas residuales fuera de la ropa.
- **Guantes impermeables**, para evitar la exposición a desechos humanos o aguas residuales.
- **Botas de goma**, para evitar la exposición a las aguas residuales o a los desechos.

Asimismo, se señala que los trabajadores deben recibir capacitación adecuada sobre cómo utilizar el equipamiento y tener presente las reglas de higiene básicas, de lavado de manos, capacitación sobre su uso e instalaciones para lavarse las manos.

En suma, en el avance hacia mayor circularidad del recurso hídrico es fundamental acompañar la creación de infraestructura y medidas de eficiencia hídrica con planes de Seguridad y Salud en el Trabajo, dado que persisten muchos de los peligros iniciales que, en sectores como el de manejo de aguas, se encuentran presentes en todas las fases de ejecución del proyecto.

Conclusiones y recomendaciones

El sector hídrico ha sido priorizado en el marco de la circularidad y se establecieron metas específicas alineadas con los compromisos ambientales que fueron asumidos por el conjunto de la comunidad colombiana. Estas metas establecen un aumento del número de proyectos autorizados de reúso de agua residual tratada, un incremento del porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas y el incremento del valor agregado por volumen de agua extraída, entre otros objetivos del sector.

En 2019 la operación de sistemas de alcantarillado y de instalaciones de captación, tratamiento y disposición de aguas residuales empleó aproximadamente 5.400 trabajadores en Colombia. De este empleo ambiental, se estima que podrían considerarse verdes los que se desarrollan bajo modalidad de contratación de asalariado, que alcanza el 92% y totalizan aproximadamente 5.000 empleos. A su vez, es posible que este valor esté subestimando otros empleos ambientales relacionados con la recuperación y tratamiento del recurso hídrico, los cuales no pueden ser captados con el método de estimación empleado.

Entre otros indicadores de trabajo decente, se observó que en el sector predomina el empleo masculino, con microdatos de la GEIH se obtuvo que las trabajadoras representan el 18,4% de las ocupaciones en el sector, frente a un 81,6% de empleos ocupados por trabajadores varones.

En sentido amplio, todas las ocupaciones del sector podrían ser empleos verdes si el modelo de producción se orientara hacia uno que preserve la totalidad del recurso hídrico para su tratamiento y reutilización. Estos trabajos deberían cumplir también con los indicadores de trabajo decente. En un sentido restringido, el potencial de empleo verde se asocia a la creación de nueva infraestructura para el tratamiento de aguas residuales o a la ampliación de la existente. Las fases de operación y mantenimiento demandan un número variable de operarios y auxiliares de planta, técnicos ambientales, servicios profesionales y administrativos.

El auge y necesidad de reciclar, reutilizar y recircular el agua traerá nuevos modelos de negocio con oportunidades de empleabilidad para este sector.

Con datos de matriz insumo-producto, se obtuvieron los multiplicadores de empleo para los 68 sectores de actividad. En los sectores relacionados con la gestión del agua se obtuvo que, por cada aumento unitario en la demanda final dirigida al sector de captación, tratamiento y distribución del agua, se crearían aproximadamente 25 empleos en toda la economía, entre directos, indirectos e inducidos; mientras que en el sector de evacuación y tratamiento de aguas residuales, ese mismo valor sería de 11 empleos. Estos multiplicadores de empleo, en ambos casos por debajo de la media de la economía, tienen relación con la intensidad de mano de obra que muestra el sector.

Los trabajadores del sector desempeñan labores de riesgo, con significativos peligros de accidentes por golpes, caídas o inhalación de sustancias contaminantes. Es necesario mantener un control próximo, observando la provisión de equipamiento adecuado para la protección y haciendo cumplir la normativa existente en materia de capacitación laboral para el desempeño de las labores en condiciones de seguridad e higiene.

Referencias bibliográficas

Acuatécnica S.A.A. https://acuatecnica.com/cuantas-plantas-tratamiento-aguas-residuales-colombia/

Asepeyo 2009, Guía de Buenas Prácticas preventivas en estaciones depuradoras de aguas residuales.

Banco Interamericano de Desarrollo 2015. El futuro de los servicios de agua y saneamiento en América Latina. Desafíos de los operadores de áreas urbanas de más de 300.000 habitantes.

Banco Mundial, 2020. De residuo a recurso. Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe. https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank

Consejo Nacional de Política Económica y Social (Documento CONPES) 2018. Documento 3949 – Política de Crecimiento Verde

Consejo Nacional de Política Económica y Social (Documento CONPES) 2018. Documento 4004 – Economía circular en la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales.

Enacal - Empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados sanitarios - 2019. Estudio de Impacto Ambiental Construcción del Sistema de

Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Nueva Guinea, RACCS.

FAO, 2017. Reutilización de aguas para agricultura en América Latina y el Caribe. Estado, principios y necesidades.

Gobierno de la Republica de Colombia, 2019. Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Bogotá D.C., Colombia. Presidencia de la República; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

González González, M.I y S. Chiroles Rubalcaba 2010. Uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura. Revista Cubana de Salud Pública; 37(1)61-73. https://www.scielosp.org/pdf/rcsp/2011.v37n1/61-73/es

IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2008. IDEAM, Estudio Nacional del Agua. Colombia

La República, 2018. https://www.larepublica.co/infraestructura/solamente-482-de-los-municipios-cuentan-con-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-2611155.

OIT 2014. Hacia el derecho al trabajo. Una guía para la elaboración de programas públicos de empleos innovadores. Nota orientativa 7-1 PPE y obras de infraestructura intensivas en mano de obra.

OIT 2017. Wastewater and jobs. The Decent Work approach to reducing untreated wastewater. Working Paper Number 314. ILO, Geneva. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios 2018. Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado https://ptarsalitre.com.co/generacion-de-empleo-compromiso-cumplido/

The Center to Protect Workers' Rights, 2002 "Peligros biológicos en plantas de tratamiento de aguas negras y desechos".

UNESCO 2016. The United Nations World Water Development Report 2016 - Water and Jobs. Informe de las Naciones Unidas sobr el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016.

Voulvoulis Nikolaos 2018. Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. Science Direct.

WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). 2016. Informe de las Naciones Unidas sobre el

Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo. París, UNESCO.

Sitios web consultados

Australian Water Association, https://www.awa.asn.au/AWA_MBRR/Publications/Fact_Sheets/Water_Recycling_Fact_Sheet.aspx

BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento 2020. Economía circular: residuo que vira insumo. https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/Economia-circular-residuo-que-vira-insumo/

La República, 2018. Solamente 48,2% de los municipios cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales https://www.larepublica.co/infraestructura/solamente-482-de-los-municipios-cuentan-con-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-2611155#:~:text=Cundinamarca%20es%20el%20departamento%20con,%3B%20y%20Tolima%2C%20con%2036.

PTAR Salitre. https://ptarsalitre.com.co/

UNESCO. https://es.unesco.org/news/agua-fuente-empleo-y-crecimiento-economico-segun-nuevo-informe-naciones-unidas. https://www.wateraid.org/where-we-work/colombia

3

Gestión de residuos especiales provenientes de llantas usadas

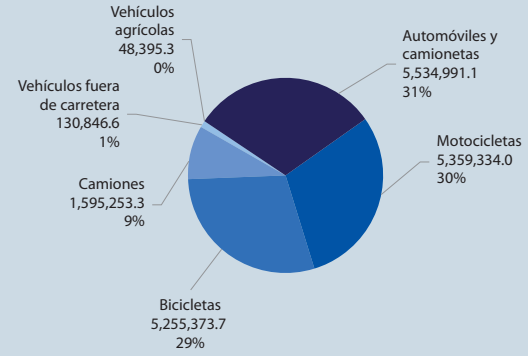


- Las actividades de reencauche y reciclaje de llantas usadas representan una significativa contribución a la Economía Circular y a la política nacional de crecimiento verde, al propiciar la extensión de la vida útil del neumático en el caso del reencauche y, en el caso del reciclaje, proceder a la recuperación de la totalidad de los componentes del mismo para su aprovechamiento en industrias como la asfáltica, metalúrgica, textil y química.
- Datos de las entidades del sector como la Asociación Colombiana de Reencauchadores de Llantas y Afines (ANRE) y estimaciones propias sugieren que la ocupación actual en el sector podría superar los 5.000 trabajadores en actividades de reencauche y reciclaje, más un conjunto no cuantificado de trabajadores en unidades de producción en negocios verdes verificados que utilizan llantas usadas para diversos proyectos industriales, comerciales y artesanales (con base en el Portafolio de Negocios Verdes Verificados, Minambiente, 2020).
- Las metas establecidas en la Estrategia Nacional de Economía Circular implican un fuerte incremento de la recolección de residuos provenientes de llantas usadas en los próximos años, que alcanzaría 3.5 millones de unidades en el año 2028. Esto representa un aumento de más del 30% con respecto a lo recolectado en la actualidad, con el potencial de crear varios cientos de empleos en las actividades del sector.

Desempeño del sector de tratamiento de llantas usadas

El consumo de llantas en Colombia alcanzó casi 18.000.000 de unidades en 2018, según datos provistos por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) e informados en la ENEC. Este número incluye llantas de automóviles y camionetas (30,9%), motocicletas (29,9%), bicicletas (29,3%), camiones (8,9%), vehículos fuera de carretera (7,0%) y vehículos agrícolas (0,3%).

▶Gráfico 10. Composición consumo llantas - 2018



Fuente: Gobierno de la República de Colombia, 2019

El mayor porcentaje de llantas comercializadas en el país son importadas, provenientes principalmente de China, Perú, Brasil y Ecuador (ANDI, 2020). En la actualidad, pocas firmas producen en Colombia y las que lo hacen se han enfocado relativamente más a la fabricación de llantas para buses y camiones. Entre el año 2012 y el año 2016, alrededor de 140 a 280 empresas informaron importaciones de neumáticos a Colombia. Falta información sobre la producción nacional de neumáticos, pero se sabe que solo una empresa actualmente produce y comercializa neumáticos en Colombia, mientras que otro productor líder de neumáticos cerró en 2013 (Park et al., 2018).

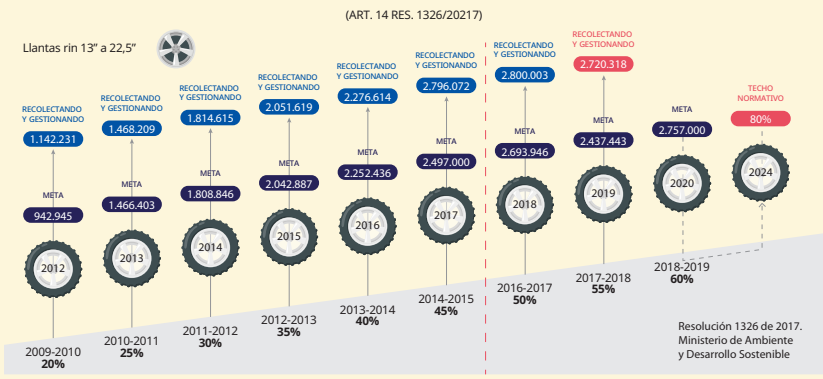
Los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas se establecieron en 2010 con la Resolución 1457. La norma alertaba sobre el impacto ambiental de los neumáticos fuera de uso dispuestos sin control. Con base en estudios se señaló que gran parte de las llantas, una vez descartadas, eran almacenadas en depósitos clandestinos, techos o patios de casas de vivienda y en espacios públicos (lagos, ríos, calles y parques), con graves consecuencias ambientales, económicas y sanitarias. Se notó igualmente que

> "las llantas abandonadas almacenan agua propiciando la proliferación de mosquitos y pueden albergar otros insectos y roedores, transformándose en un riesgo para la salud humana. Algunos subsectores utilizan las llantas usadas como combustible en sus procesos productivos en forma inadecuada. Así mismo, grupos informales que forman parte de la cadena de llantas usadas, las queman a cielo abierto para

extraer el acero, generando problemas de contaminación atmosférica" (Resolución 1457/2010).

En 2019 en Colombia se recolectaron y gestionaron 2.720.318 llantas[1], el 61% del total de 4,4 millones de llantas desechadas (Rueda Verde 2021). Este valor se alcanzó tras varios años de tendencia creciente, tanto en el volumen de neumáticos fuera de uso (NFU) desechados como de recolección y gestión de los mismos. La siguiente figura muestra la mencionada tendencia.

▶Figura 1. Colombia – Gestión de llantas usadas



Fuente: Rueda Verde, 2021

Los neumáticos son un producto de alta tecnología. Para fabricarlos se emplean más de doscientos componentes diferentes, partiendo de una base de caucho que incluye entre otros elementos textiles y mecánicos. Para fabricar cuatro neumáticos se necesitan 9.400 litros de agua y 100 litros de petróleo crudo para fabricar el neumático de un camión, 45 litros para las ruedas de un 4x4 y de 35 litros para un turismo (Terra.org). Por otra parte, los neumáticos tardan varios cientos de años en degradarse y retornar a la naturaleza. Aportes de diferentes procedencias señalan que los neumáticos pueden demandar lapsos que abarcan desde 500 hasta 2000 años para degradarse. El Departamento de Recursos Naturales de Carolina del Sur estima que los neumáticos pueden tardar dos milenios en volver a la naturaleza (Lisa, 2020).

Dado el enorme riesgo ambiental que implica su incorrecta disposición y la intensidad de recursos que demanda su fabricación, darle un

1 Información referida a llantas de los rines 13" a 22,5"

aprovechamiento a las llantas de caucho cuando estas finalizan su vida útil ya sea para fines de reencauche, reutilización, recuperación de materiales y energía u otros, es de suma importancia para la preservación de los recursos naturales agotables y escasos del planeta. A continuación, se revisan las implicancias de las alternativas de disposición final más frecuentes.

Reencauche de llantas usadas

Como se desarrollará más adelante, el reencauche técnico es, según la normativa, la opción que debe privilegiarse para los NFU con el objeto de prevenir la generación de residuos (Resolución 1326 de 2017). En Colombia se reencauchan más de 540.000 llantas al año (ANRE, 2020).

Esta industria también tiene un aporte ambiental debido a que, mediante este proceso de renovación de la banda de rodamiento, se evita el desecho de la llanta en un 60 por ciento y se ahorra un 68 por ciento en la fabricación de una nueva (Baraya Rubiano, 2020). Otro indicador de sustentabilidad reside en que para fabricar un neumático, se emplean 22 galones de petróleo; mientras que para el reencauche, únicamente se necesitan siete (Grupo Mavesa, 2020).

Un informe elaborado en 2008 por la Asociación Internacional de Llantas y Cauchos (INTRA) señala que la producción de llantas (de buses y camiones) reencauchadas en Colombia es del 46%, mientras que países como Brasil, EE. UU. y Ecuador alcanzaron niveles del 120%, 100% y 20%, respectivamente.

Reciclaje de llantas usadas

Los neumáticos son 100% reciclables y, por medio de la tecnología mecánica, se activan una serie de procesos para la separación de sus componentes, obteniéndose aproximadamente 70%-75% de caucho, 12%-15% de acero, 12%-15% de nylon y 1%-de productos químicos.

▶Cuadro 21. Componentes de las llantas y reciclaje en nuevos productos

Producto	Composición	Industria que utiliza	Aplicaciones/Nuevo producto
Caucho	70%-75%	Polvo de caucho	Asfalto de caucho para vías urbanas y red vial. Productos moldeados de caucho.
		Caucho Granulado Reciclado (CGR)	Superficie de campos deportivos. Jardinería, jardines infantiles, senderos ecológicos, decoración. Fabricación de repuestos automotores. Pisos de caucho, tapetes, suelas de zapato.
Acero	12%-15%	Metalúrgica	Fabricación de alambres, clavos y demás derivados.
Nylon	12%-15%	Textil	Cuerdas, lazos y aleaciones derivados del plástico.
Químicos	1%	Energética	Material ignífugo.

Fuente: elaboración propia con base en datos de tnu.es, Regomax, Valencia Ramírez 2019, terra.org.

El material que resulta del **procesamiento de las llantas recicladas** tiene diversos usos: el más común es **como componente de la mezcla** asfáltica para vías urbanas y red vial nacional**.** Otras aplicaciones incluyen la utilización de neumáticos enteros en arrecifes y taludes, también llamado "obra civil".

Existe una variedad de métodos para recuperar los neumáticos. Entre los más utilizados se encuentran los métodos de recuperación mediante la aplicación de calor, incluyendo termólisis, pirólisis e incineración. Por su parte, los métodos físicos incluyen la trituración criogénica, métodos de trituración mecánica (que no contienen ningún proceso químico ni agentes de calor) y conversión de neumáticos en energía eléctrica.

Las técnicas de pirólisis y reciclaje químico constituyen la tendencia predominante en materia de recuperación de neumáticos y Colombia ya cuenta con plantas de este tipo.

▶Cuadro 22. Métodos de recuperación de neumáticos

Método	Técnica
Aplicación de calor	Termólisis, pirólisis, incineración
Métodos físicos	Trituración criogénica
Trituración mecánica	Trituración
Conversión a energía eléctrica	

Fuente: Reciclaje verde, 2012.

Las tendencias mundiales indican un grado creciente de aprovechamiento de las llantas usadas.

- Cada año se desechan en España 300.000 toneladas de neumáticos usados que han perdido su funcionalidad. El reciclaje de neumáticos en España supera las 50 mil toneladas al año (Terra.org, 2011).
- En Argentina, donde se generan 150.000 toneladas de NFU por año, se aprovechan aproximadamente 12.000 toneladas por año, que se utilizan en la producción de polvo de caucho, granulado, nylon y acero (elaborado con base en datos de Regomax, 2020).
- En Chile, en especial en Santiago de Chile, el nivel de reciclaje total se estima en un 10% en el país y con EPR se espera que en cinco años logre una recolección y recuperación de desechos del 30%, creando así nuevos negocios y disminuyendo su disposición final (Banguera, Sepúlveda, Ternero, Vargas, & Vásquez, 2018).

En Colombia, uno de los emprendimientos más importantes de servicios de posconsumo de llantas usadas es Rueda Verde, el primer programa de este tipo aprobado por el Gobierno Nacional Para una descripción de este programa, ver recuadro 2. Rueda verde.

En suma, el aprovechamiento de las llantas de caucho cuando estas finalizan su vida útil ya sea para fines de reutilización, reencauche, recuperación de materiales, valorización energética u otros, es de gran relevancia ambiental, social y económica. Además de contribuir con la sostenibilidad y evitar daños ambientales, promueve la creación de empleos verdes, y, debido a los materiales y componentes con las que son elaboradas, contribuye a la innovación y creación de nuevos productos que los utilizarán como insumos.

Normativa

El sector se rige por diversas normas de carácter nacional y distrital. A continuación, se detallan las más relevantes para la actividad.

- **Resolución 1457 de 2010:** establece a los productores de llantas que se comercializan en el país la obligación de formular, presentar e implementar los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas, con el propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente. Se aplicará a los productores de 200 o más unidades al año de llantas de automóviles, camiones, camionetas, buses, busetas y tractomulas hasta rin 22,5 pulgadas, así como las llantas no conformes.

- **Resolución 1326 de 2017:** introduce tres cambios significativos: (i) amplía el ámbito de aplicación a todos los tipos de llantas, incluyendo llantas tales como las de bicicletas, motocicletas, motociclos, ciclomotores o moped, además de las llantas de los vehículos fuera de carretera; (ii) el establecimiento de la jerarquía en la gestión en la que se privilegia, por encima de cualquier otra estrategia, la prevención de la generación de residuos, fomentando como primera opción la actividad de reencauche técnico; y (iii) la inclusión de la evaluación multicriterio.
- **Resolución 1488 de 2003:** regula el uso de las llantas usadas como combustible.
- **Resolución 0481 de 2009, Reglamento Técnico (MinComercio):** expide el Reglamento Técnico para llantas neumáticas que se fabriquen, importen o se reencauchen y se comercialicen para uso en vehículos automotores y sus remolques.
- **Decreto 442 de 2015 – Alcaldía Mayor de Bogotá:** crea el programa de Aprovechamiento y valorización de llantas usadas en el Distrito (obligatorio reencauche en entidades del Distrito Capital).

Objetivos, metas e indicadores del sector

Entre las metas dispuestas en la Estrategia Nacional de Economía Circular para la línea prioritaria Flujo de materiales industriales y productos de consumo masivo, subcapítulo de Materiales provenientes de residuos especiales de llantas, se han especificado las siguientes:

Meta de recolección selectiva y gestión ambiental para llantas usadas de rin 13” a 22.5”:

- A 2022, recolección selectiva y gestión ambiental mínima del 70% del promedio en las llantas de automóviles, camiones, camionetas, buses, busetas y tractomulas puestas en el mercado por los productores en los dos años anteriores.
- A 2024, recolección selectiva y gestión ambiental mínima del 80% del promedio en las llantas de automóviles, camiones, camionetas, buses, busetas y tractomulas puestas en el mercado por los productores en los dos años anteriores.

Meta de recolección selectiva y gestión ambiental para llantas usadas de bicicletas, motocicletas, motociclos, ciclomotores (moped) y llantas de vehículos fuera de carretera:

- A 2022, recolección selectiva y gestión ambiental mínima del 35% del promedio en las llantas de bicicletas, motocicletas, motociclos, ciclomotores (moped), puestas en el mercado por los productores en los dos años anteriores.
- A 2028, recolección selectiva y gestión ambiental mínima del 65% del promedio las llantas de bicicletas, motocicletas, motociclos, ciclomotores (moped), puestas en el mercado por los productores en los dos años anteriores

▶Cuadro 23. Resumen de metas de recolección

Métodos de recolección selectiva y gestión ambiental			
Tipo de llanta / Año	2022	2024	2028
Automóviles y camionetas	70%	80%	
Motocicletas	35%		65%
Bicicletas	35%		65%
Camiones	70%	80%	
Vehículos fuera de carretera	70%	80%	
Vehículos agrícolas	70%	80%	

Fuente: elaboración propia con base en las metas de la ENEC.

Para caracterizar la línea de base, en Colombia se generan cada año más de 5 millones de llantas usadas por año, el equivalente a 100.000 toneladas de residuos de este tipo (MADS 2017, Programas de posconsumo).

Empleo verde en el sector de aprovechamiento de llantas usadas

Subsector reencauche

Según datos de la Asociación Colombiana de Reencauchadores de Llantas y Afines (ANRE), la industria del reencauche en Colombia apoya actualmente 5.000 puestos de trabajo. Por su parte, la Encuesta Anual Manufacturera que conduce el DANE relevó que en 2018 había 1.208 trabajadores en la actividad de reencauche de llantas usadas. Dado que esta encuesta capta los empleos formales en establecimientos de diez o más trabajadores, es posible que la parte de los puestos de trabajo reportados corresponda a trabajadores que se desempeñan en unidades de menor tamaño o por fuera del mercado regulado. Algunos de estos ocupados podrían ser personal de

"reencauchadoras de taller que no trabajan con procesos reglamentados, no utilizan las maquinas adecuadas y utilizan materia prima de menor calidad" (Angarita Ortiz y Zorro Coronel, 2011). Más adelante se ofrece una descripción breve del proceso de reencauche.

La Encuesta Anual Manufacturera (EAM) que elabora DANE brinda datos de trabajadores para la clase CIIU4 2212 – Reencauche de llantas usadas. El cuadro 24 muestra la evolución del empleo a nivel de grupo para el periodo 2014–2018, último dato disponible.

▶Cuadro 24. Empleo en el Grupo 221 – Fabricación de productos de caucho

Grupo y clase CIIU4	2014	2015	2016	2017	2018	2019
221 Fabricación de productos del caucho	4.638	4.844	4.804	4.702	4.654	4.545
2211 Fabricación de llantas y neumáticos de caucho	496	514	439	452	-	-
2212 Reencauche de llantas usadas	1.285	1.298	1.307	1.263	1.208	1.120
2219 Fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho n.c.p.	2.857	3.032	3.058	2.987	3.446	3.425

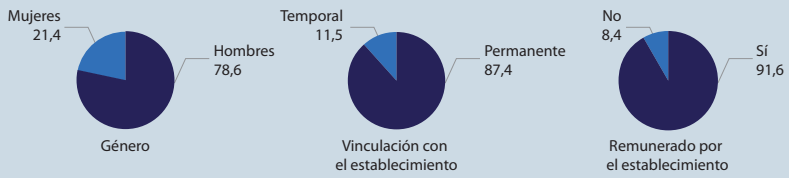
Fuente: elaboración propia con base en los datos de la Encuesta Anual Manufacturera años 2014-2019.

Durante el periodo considerado, el empleo en el grupo se mantiene estable, con un total de ocupados en un rango de entre 4.600 y 4.850 trabajadores. La clase de reencauche de llantas usadas, donde se encuentra la mayor parte de los empleos ambientales del grupo, se mantiene en un rango de entre 1.100 y 1.300 ocupados. La ocupación aumenta hasta 2016, para luego caer ligeramente y situarse en 1.120 ocupados en 2019.

Los 1.208 empleos en reencauche de llantas usadas en 2018 tienen las siguientes características[2]:

2 Por no encontrarse la desagregación por género disponible para 2019, se reporta la información para 2018.

▶Gráfico 11. empleos en reencauche de llantas usadas en 2018

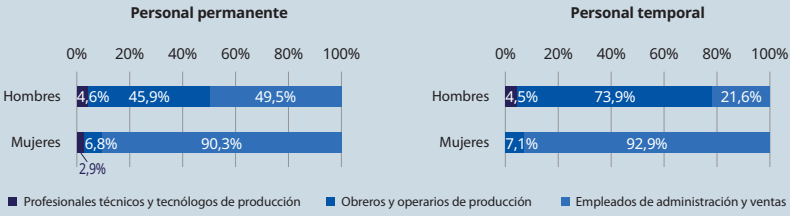


Fuente: elaboración propia con base en datos del DANE, Encuesta Anual Manufacturera, 2018.

La composición por género arroja que es un sector con predominio de hombres (79%) frente a las mujeres (21%), en el que prevalecen los trabajadores con contrato permanente (87%) frente a los temporales (11%) y los trabajadores remunerados por el establecimiento (92%), frente a los no remunerados por el establecimiento (8%).

En cuanto a la clasificación por tipo de actividad dentro del establecimiento, se tienen los siguientes datos.

▶Gráfico 12. Personal ocupado por categoría ocupacional y género



Fuente: elaboración propia con base en datos del DANE, Encuesta Anual Manufacturera, 2018.

Dentro del grupo de personal permanente, los asalariados hombres se distribuyen entre puestos de obreros y operarios y empleados de administración y ventas en partes relativamente similares, con una pequeña fracción del 5% en puestos profesionales de técnicos o tecnólogos. Las trabajadoras se encuentran concentradas en el sector de administración y ventas. Nueve de cada diez empleos de mujeres se registran en esas actividades.

La EAM (2018) brinda información de salarios para trabajadores permanentes y temporales.

▶Cuadro 25. Remuneración anual de asalariados por tipo de contratación y categoría ocupacional. En miles de pesos colombianos

	Personal permanente		Personal temporal
	Sueldos y salarios	Prestaciones sociales	Sueldos y salarios
Técnicos y tecnólogos	44.953	13.377	32.924
Obreros y empleados	12.060	3.082	13.280
Administración y ventas	23.097	7.247	29.662
Promedio producción	15.398	4.127	14.384
Promedio sector	19.884	5.945	19.879

Fuente: elaboración propia con base en datos del DANE, Encuesta Anual Manufacturera, 2018.

Para el salario mínimo vigente en 2018, que alcanzó COP 781.242 mensuales (aproximadamente COP 9.375.000 anuales), los salarios percibidos por asalariados formales del sector son ampliamente superiores.

En resumen, el sector de reencauche ocupa alrededor de 5.000 trabajadores. Por el aporte que la actividad hace al proceso de circularidad, son empleos ambientales. Sin embargo, solo 1.208 pueden considerarse verdes, ya que se dan en el marco de la formalidad, con vínculos laborales con un establecimiento de diez o más ocupados y con niveles de remuneración promedio bastante superior al salario mínimo. Para el resto de los trabajadores, no se cuenta con datos para evaluar sus condiciones laborales.

Subsector reciclaje

Para el subsector de reciclaje de llantas usadas, las estadísticas de empleo verde que aporta el DANE se encuentran agregadas para varios sectores de la producción, ya que han sido agrupados por actividad ambiental y no resulta posible con las cifras existentes de empleos verdes individualizar el segmento de trabajadores en actividades de recuperación y reciclaje de NFU.

Se conoce, sin embargo, que de acuerdo a la CIIU 4 adaptada para Colombia, los trabajadores de la actividad de recuperación de llantas usadas para el reciclaje se encuentran comprendidos en la actividad 38 (Recolección, tratamiento y disposición de desechos, recuperación de materiales, que incluye los productos de caucho, como llantas usadas).

> El recauchutado es un proceso que consiste, fundamentalmente, en sustituir por una nueva la banda de rodamiento del neumático usado, cuya carcasa aún conserva las condiciones suficientes para su utilización, de acuerdo con la legislación y normas técnicas en vigor.
>
> ▶ **Fuente: Terra.org**

Como primera alternativa para una aproximación a la magnitud del empleo que genera actualmente la actividad de reciclaje de llantas, se recurre a los datos de empleo en el respectivo sector. Específicamente, siguiendo las definiciones de la CIIU4 adaptada para Colombia, la Clase 3830 (Recuperación de materiales) incluye "la recuperación de productos de caucho, como llantas usadas, para obtener materias primas secundarias" (DANE, 2012).

El cuadro 26 a continuación muestra la ocupación en la actividad y en los grupos que la componen, según datos provistos por el DANE para 2019.

▶Cuadro 26. Ocupados en el sector de recolección y recuperación de materiales – 2019

Actividad	Total trabajadores	Grupo	Total trabajadores	Trabajadores en actividades de llantas usadas (1%)
38 Recolección, tratamiento y disposición de desechos, recuperación de materiales	73.278	381 Recolección de desechos	33.991	340
		382 Tratamiento y disposición de desechos*	3.037	30
		383 Recuperación de materiales	36.251	363
Total			73.278	733

Fuente: elaboración propia con base en datos del DANE, 2019

Siguiendo la metodología de OIT (2019), el empleo en la actividad de interés puede estimarse aplicando la correspondiente participación de las llantas usadas en el total de los residuos generados. Para ello, información de 2011 indica que los residuos de caucho representan el 1% del total de residuos generados (Cardona Gómez y Sánchez Montoya, 2011).

Esta aproximación, si bien algo gruesa, sugiere que el número de empleos generados por la actividad de recuperación de llantas en 2019, medido en número de trabajadores, estaría alrededor de 363 ocupados, si se considera que la actividad de recuperación de materiales de llantas usadas abarca únicamente el Grupo 383 (Recuperación de materiales), y no incluye los grupos 381 y 382, (respectivamente, Recolección y tratamiento y Disposición de desechos). Trasladando la ratio de 41% de empleos verdes respecto de empleos ambientales que se sigue de las cuentas ambientales de DANE, se tiene que aproximadamente 150 empleos pueden considerarse empleos verdes.

Otros datos complementarios aportados por estudios independientes informan que en Colombia hay alrededor de 22 compañías de desechos que ofrecen servicios de procesamiento y gestión de desechos de llantas (Valencia Ramirez, 2019).

▶Recuadro 2. Rueda verde

El sistema posconsumo Rueda Verde aplica la responsabilidad extendida del productor, estableciendo canales en los cuales los consumidores pueden devolver las llantas después de su uso y se gestiona su reincorporación como nuevo insumo.
El Programa coordina la logística para la recepción, recolección, transporte, aprovechamiento y/o valorización ambientalmente adecuada de las llantas usadas. El colectivo de empresas que conforman el programa pone a disposición todos los medios necesarios, comprometiéndose con la implementación y el mantenimiento del Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas en los términos estipulados en la regulación vigente, el desarrollo de estrategias de comunicación y educación que generen la participación del consumidor en la devolución del residuo, la búsqueda constante de alternativas de aprovechamiento y valorización de las llantas usadas, involucrando la academia y la entidades público–privadas interesadas y la salud y seguridad de todas aquellas personas que se encuentran vinculadas en calidad de trabajadores y/o contratistas y la prevención y control de la contaminación, entre otros.
En menos de cuatro años el Programa ha recogido y gestionado más de 6.500.000 llantas. Cuenta con más de 70 empresas asociadas que representan más del 80% del mercado nacional de llantas. Tiene cobertura en 20 departamentos del territorio colombiano con 237 puntos de recolección.

Fuente: Rueda Verde, sitio web.

Negocios Verdes Verificados por el Minambiente

El catálogo de negocios verdes verificados del Minambiente ofrece una muestra amplia de las posibilidades de producción sostenible que, a distintas escalas, son plausibles de realizar a partir de la utilización de las llantas fuera de uso como materia prima.

Para el presente año, y especialmente orientado a dar visibilidad a los productores que se encuentran funcionando aún en situación de emergencia

sanitaria, el catálogo contiene la información de emprendimientos en el rubro de valoración y transformación de llantas usadas, incluyendo la producción de caucho granulado reciclado, impermeabilizantes a base de caucho con llantas usadas o productos artesanales elaborados con material reciclado como papel, botellas y llantas de vehículos.

Estos emprendimientos están distribuidos por todo el país y si bien muchos de ellos son microemprendimientos, otros dan empleo a varias decenas de ocupados.

En resumen, la ocupación en la actividad de tratamiento de llantas estaría actualmente en el orden de los 5.360 trabajadores, más un número de unidades de producción en negocios verdes verificados.

▶Cuadro 27. Aprovechamiento de llantas usadas en actividades de reencauche y reciclaje – Empleo Directo

	Total	Formal/Verde	Informal/No verde
Reencauche	5.000 (1)	1.120 (2)	3.880 (3)
Reciclaje	360 (4)	148 (5)	212 (6)
Total	5.360	1.268	4.012

Fuente: Elaboración propia con base en: (1) Datos sectoriales disponibles en ANRE. (2) Encuesta Anual Manufacturera (EAM) relevada por el DANE en 2019. (3) Diferencia entre (1) y (2). (4) Se aplica la participación de los residuos de caucho en el total de residuos generados (1%) al total del empleo en la actividad. Datos de composición de residuos provenientes de Cardona Gómez y Sánchez Montoya (2011) con base en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; datos de empleo provenientes de información de mercado laboral de 2019 del DANE. (5) y (6) Surge de aplicar al total la participación de empleos verdes y ambientales para el sector de según datos de cuentas ambientales del DANE correspondientes al sector "Protección del aire y del clima, gestión de residuos, gestión de aguas residuales".

Independientemente de las estimaciones de carácter puntual, el avance hacia alternativas de tratamiento de residuos es una oportunidad para que los trabajadores del sector, especialmente los recicladores informales, tengan la oportunidad de acceder a empleos de mayor valor agregado y productividad.

Sin embargo, la actividad implica retos tecnológicos que no son de bajo costo: la adquisición y mantenimiento de la maquinaria representan costos de inversión que los trabajadores, especialmente los recicladores informales que se desempeñan en la actividad, no están en condiciones de afrontar.

En el marco de la estrategia de Economía Circular, la disponibilidad de esos recursos es una alternativa que sería conveniente explorar con mayor profundidad.

Puestos sin cubrir

Son puestos de trabajo para los que existe una búsqueda activa y que se anuncian para ser cubiertos de manera inmediata con un trabajador ajeno a la empresa. Un puesto vacante puede deberse a la necesidad de reemplazar a un trabajador o a la necesidad de la empresa de ampliar su fuerza de trabajo para hacer frente a una demanda incrementada.

El Cuadro 21 muestra algunos ejemplos de puestos sin cubrir para el sector de reciclaje y reutilización de llantas, según un relevamiento realizado en portales de anuncios de empleo en la semana de referencia.

▶Cuadro 28. Características de algunos puestos vacantes en la semana de referencia en el sector de recuperación de llantas usadas

Nombre del puesto	Requisitos de educación	Requisitos de experiencia	Remuneración ofrecida COP	Remuneración ofrecida SM
Operario de planta transformación de llantas y residuos	Bachiller	Experiencia operativa de equipos y manejo de personal	877.803	1,00
Operar equipos y efectuar actividades de logística y mantenimiento de planta. Efectuar actividades de mantenimiento preventivo a equipos. Informar a supervisores y al jefe de planta sobre actividades y procedimientos del personal. Efectuar recepción de excedentes industriales y residuos y registrar en formatos asignados. Verificar correcto uso de los EPP por parte del personal de la planta y visitantes. Apoyar en los carros de los vehículos con la mercancía que le ha sido autorizada al conductor para el reparto de estos. Apoyo en aseo de oficina y bodega. Clasificar las basuras, desechos orgánicos, papeles y materiales sólidos en bolsas separadas.				
Supervisor de planta transformación de llantas y residuos	Bachiller	Experiencia operativa de equipos y manejo de personal	1.035.045	1,18
Designar actividades al personal operativo de equipos, logística y de mantenimiento de plantas. Operar equipos y efectuar actividades de logística y mantenimiento de planta. Efectuar actividades de mantenimiento preventivo a equipos. Supervisar actividades de personal operativo. Registrar actividades del personal operativo en formato de actividades. Informar al jefe de planta sobre actividades y procedimientos del personal. Efectuar recepción de excedentes industriales y residuos y registrar en formatos asignados. Verificar correcto uso de los EPP por parte del personal de la planta y visitantes				
Operario de minicargador planta transformación de llantas y residuos	Bachiller	Experiencia en manejo de mi cargador, cuentas con curso certificado y licencia	1.035.045	1,18
Realizar las comprobaciones previas al uso, efectuar las tareas rutinarias de mantenimiento de maquinaria pesada y asegurarse de qué el equipo se usa de manera segura y eficiente, siguiendo las normas y los procedimientos adecuados. Operar equipo pesado para empujar, repartir y nivelar el TDF y residuos a los medios de transporte y almacenaje. Asegurarse de qué la zona de trabajo esté despejada y sea funcional. Prestar ayuda y asistencia a sus compañeros de trabajo en la realización de sus tareas en situaciones que lo requieran.				

Fuente: elaboración propia con base en el relevamiento de portales de empleo durante la semana del 20 al 26 de septiembre de 2020.

Las vacantes relevadas en la semana de referencia son para puestos de operarios, supervisores y operario de minicargador. El nivel de educación requerido en los tres casos es bachiller, se solicita experiencia en la actividad y la remuneración ofrecida iguala al salario mínimo para el caso del operario y supera al salario mínimo en un 18% en los restantes casos. Estas vacantes corresponderían a la clase CIIU4 38 (Recolección, tratamiento y disposición de desechos, recuperación de materiales).

Potencial de creación de empleo en el sector de llantas usadas

El empleo que podría crearse por un mayor aprovechamiento del residuo proveniente de llantas usadas es múltiple y se localiza en distintos sectores de actividad. Como se señaló, los usos de los componentes reciclados de los neumáticos son variados y alcanzan a las industrias asfáltica, la siderúrgica, la textil y a actividades como la instalación de suelos para fines deportivos o recreativos, la producción de artesanías, la decoración, etc. Un uso más intenso del caucho reciclado en cualquiera de estas actividades generaría la necesidad de trabajadores con las competencias correspondientes.

Por otra parte, las actividades de tratamiento de llantas crearán empleos indirectos, relacionados con las industrias proveedoras de insumos para la actividad de aprovechamiento. Entre los insumos más representativos para la producción, las unidades incurren en altos niveles de consumo energético, mantenimiento de maquinaria, motores hidráulicos, servicios de tornería y compra de materiales como bolsas plásticas para el empaquetado. Estos nuevos empleos, a su vez, se traducirán en un mayor ingreso disponible para las familias, lo que originará una nueva ronda de generación de empleo e ingresos.

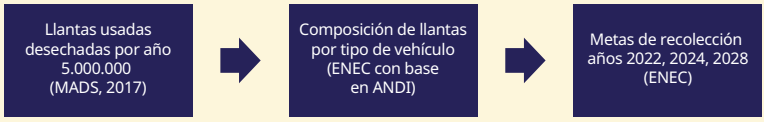
Es decir, las oportunidades de empleo son múltiples y se encuentran localizadas a lo largo de toda la cadena de valor del recurso, incluyendo, además de los empleos directos, los impactos que la industria del reciclaje de llantas podría tener en su carácter de oferente del producto y de demandante de insumos.

En este informe se sugiere una cuantificación únicamente del empleo asociado a la recolección y gestión de las llantas para su reencauche o reciclaje, el cual está asociado al volumen de residuos generados y recolectados para su gestión.

Para proyectar el volumen de llantas que podrían recuperarse en los próximos años, se aplican las metas de recolección establecidas en la ENEC al volumen actual de llantas desechadas. Además, se asume que la composición de las llantas desechadas es igual a la composición de las llantas consumidas o, análogamente, se asume que las llantas de distintos

vehículos se desgastan de igual manera. La siguiente figura lo expresa en forma esquemática.

▶Figura 2. Estimación del número de llantas que podrían recolectarse en 2022, 2024, 2028



▶Cuadro 29. Proyección de recolección de llantas, años 2022, 2024 y 2028

Tipo de llanta	Distribución de llantas descartadas por año, por tipo de vehículo (1)	Meta de recolección ENEC (2)			Unidades recolectadas (3)		
		2022	2024	2028	2022	2024	2028
Automóviles y camionetas	1.544.000	70%	80%		1.080.800	1.235.200	1.235.200
Motocicletas	1.495.000	35%		65%	523.250	523.250	971.750
Bicicletas	1.466.000	35%		65%	513.100	513.100	952.900
Camiones	445.000	70%	80%		311.500	249.200	356.000
Vehículos fuera de carretera	36.500	70%	80%		25.550	20.440	29.200
Vehículos agrícolas	13.500	70%	80%		9.450	7.560	10.800
Total	5.000.000				2.463.650	2.548.750	3.555.850

(1) Cantidad de llantas usadas desechadas por año por tipo de vehículo

(2) Porcentajes esperados de recolección según las metas establecidas en la ENEC

(3) Proyección de llantas recolectadas, asumiendo que se verifican los porcentajes de recolección esperados.

Fuente: elaboración propia con base en datos de MADS 2017, Gobierno de la República de Colombia, 2019.

Las llantas recolectadas superarían los 3,5 millones de unidades para el año 2028, si las metas de recolección selectiva se cumplen y los volúmenes

de consumo se mantienen. El valor proyectado de recuperación de llantas equivale a 1,3 veces el volumen recuperado en la actualidad[3].

En la actividad de reencauche, que actualmente apoya la creación de 5.000 puestos de trabajo, podrían crearse 1.500 puestos de trabajo adicionales, adoptando un criterio de proporcionalidad en los coeficientes de empleo.

Análogamente, se espera que los aproximadamente 360 empleos actuales en la actividad de reciclaje aumenten, juntamente al aumento de la recolección.

Sin embargo, proyectando las tendencias actuales, menos de la mitad de estos empleos serían verdes, lo que advierte sobre la necesidad de asistir a los trabajadores en la obtención de condiciones de trabajo decente.

Según se informa en la ENEC, la ejecución de la responsabilidad extendida del productor en llantas usadas ha sido una tarea gradual que, si bien ha tenido importantes logros, ha evidenciado dificultades estructurales que se constituyen en oportunidades para realizar una gestión inversa más efectiva.

Se destacan las siguientes oportunidades para estos residuos: (i) promover el desarrollo de alternativas tecnológicas de aprovechamiento de llantas usadas que permitan dinamizar nuevos mercados, ya que actualmente el aprovechamiento está concentrado principalmente en trituración mecánica; (ii) promover el reencauche técnico dados los beneficios ambientales del aumento de la vida útil antes de que les consideren como residuos; (iii) dinamizar la demanda de gránulo de caucho reciclado a nivel nacional para garantizar su reincorporación al ciclo productivo; (iv) consolidar la información sobre las características del mercado de gránulo de caucho reciclado; (v) desarrollar instrumentos técnicos, económicos y regulatorios para ampliar el mercado de material reciclado en infraestructura verde, planeación territorial para vías, parques, espacios de recreación y deportivo, ciclo-rutas, etc.

Finalmente, se menciona la importancia de acompañar estas medidas con iniciativas de política industrial, para asistir las decisiones empresariales y propiciar la incorporación de tecnología, la reposición de maquinaria y equipo, la introducción de productos o de tecnología de proceso, la expansión en nuevos mercados o de nuevos negocios.

3 Las 15.880 toneladas que se aprovechan actualmente equivalen a 794.000 llantas, considerando un peso promedio de 20kg/llanta.

Seguridad y Salud en el Trabajo

El aprovechamiento de los NFU involucra procesos de manipulación de cargas, de utilización de maquinaria cortante y aproximación a altas temperaturas.

Existen recomendaciones de normas básicas de seguridad industrial para todo el personal involucrado en el proceso de manipulación de llantas para su disposición definitiva o reciclaje, con el fin de garantizar el buen ambiente de trabajo, facilidad de los operarios en el bienestar y salud de todos los colaboradores (López González y Pineda Santander, 2017).

- El operario, como límite máximo, puede cargar objetos (llantas) de hasta 25 kg.
- Todo el personal que esté en la planta de producción (incluye visitantes) debe contar con botas de seguridad punta rígida, tapa oídos y gafas de protección.
- Los operarios encargados de surtir la materia prima en la banda transportadora deben usar guantes.
- El operario que surte la materia prima en la banda transportadora debe ayudarse con el compañero o la polea de carga para llantas superiores a rines de 17,5.
- Los operarios involucrados en cargas deben usar permanentemente la protección lumbar.

Para operarios en plantas de transformación de llantas, se ha advertido que la labor operativa requiere un esfuerzo físico alto, la manipulación de cargas es diaria y son necesarias las posturas de pie prolongadas.

Conclusiones y recomendaciones

Los residuos de llantas usadas generan empleo verde directo en por lo menos tres subsectores de actividad.

- **Reencauche de llantas usadas:** por su aporte a la circularidad, es la alternativa de tratamiento jerarquizada por la normativa. Actualmente la actividad apoya más de 5.000 puestos de trabajo en Colombia, 1.208 de los cuales califican como empleo verde. Para el resto de los trabajadores de la actividad, no se tiene mayor información, aunque es probable que se desempeñen por fuera del mercado regulado, en talleres de pocos trabajadores, con maquinaria y procesos más elementales que en los

establecimientos formales. Esta hipótesis debe ser corroborada con mayor indagación.

- **Reciclaje de llantas usadas:** la actividad procura la recuperación de los materiales de caucho, acero, fibras textiles y químicos presentes en los neumáticos fuera de uso. Podría emplear entre 360 y 730 trabajadores, de los cuales entre 150 y 300 calificarían como empleo verde.
- **Negocios verdes verificados:** es el conjunto de emprendedores independientes que utilizan las llantas usadas para la producción de caucho granulado, industria del calzado, artesanías, entre otros. No fue cuantificado.

Para los residuos de llantas usadas, la Estrategia Nacional de Economía Circular establece metas de recolección creciente para los próximos años. Si las tendencias de producción y consumo se mantienen, para el año 2028 se prevé la recolección de más de 3.5 millones de unidades de llantas fuera de uso en territorio colombiano.

Este monto de recolección, que eleva en un 30% las cantidades recolectadas en la actualidad, tiene el potencial de apoyar la creación de más de 1.600 puestos de trabajo, dependiendo de la fracción que se destine al reencauche y al reciclaje. En ambos segmentos de producción, a los puestos de operario se agregan el personal técnico, administrativo, de seguridad, entre otros.

El tratamiento de los neumáticos fuera de uso, en cualquiera de las modalidades analizadas, podría ser una oportunidad para que los trabajadores del sector, especialmente los recolectores informales, accedan a empleos de mayor productividad y valor agregado. Sin embargo, la compra de maquinaria especializada y la capacitación del personal en su uso y mantenimiento requieren una elevada inversión inicial, que ni los recolectores ni las organizaciones que los aglomeran pueden afrontar. La movilización de esos fondos podría contribuir a los objetivos de crecimiento verde y circularidad, además de generar empleos verdes para varios cientos de trabajadores.

La demanda de insumos para el funcionamiento de las unidades de tratamiento creará empleo indirecto, típicamente en los sectores de maquinaria, tornería, energía eléctrica, motores hidráulicos, bolsas para empaquetado, etc.

En la semana de referencia se relevaron puestos vacantes para los cargos de operario, supervisor y operario de minicargador de planta, con remuneraciones ofrecidas en el orden del salario mínimo o ligeramente superior.

En cuanto a la Seguridad y Salud en el Trabajo, los mayores riesgos que enfrentan los trabajadores se asocian con la exposición casi permanente a material inflamable. La manipulación y el izaje de cargas y el uso de maquinarias con cuchillas, filos y otros elementos cortantes. El equipamiento personal de protección debe garantizarse en cada caso, así como la adecuada capacitación y entrenamiento para la operación de la maquinaria.

Referencias

Entrevista remota a Nohra Padilla, Presidente de la Asociación de Recicladores de Bogotá.

Referencias bibliográficas

Alarcón, Diana, 2016. Crecimiento verde. Ciencia, tecnología e innovación.

Angarita Ortiz, Yanneth Liliana y Felix Antonio Zorro Coronel, 2011. Invesigación para conocer la situación del mercado de reencauche de Automundial en la Regional Santanderes.

Cardona Gomez, Laura y LuzM. Sanchez Montoya. 2011. Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos.

Castro, Guillermo 2007. Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos. Departamento de ingeniería mecánica F.I.U.B.A

Enrique Solano y Silva Ramirez, 2015. Identificación y valoración de las condiciones de riesgo del área operativa en el proceso de producción del reencauche de llantas en la empresa Master S. A.

Gobierno de la Republica de Colombia, 2019. Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Bogotá D.C., Colombia. Presidencia de la República; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Lisa, Andrew, 2020. How long it takes 50 common items to decompose? https://stacker.com/stories/2682/how-long-it-takes-50-common-items-decompose

López González

Organización Internacional del Trabajo (OIT) 2019. Estimación del empleo verde en Argentina. La cadena de valor de los desechos electrónicos.

Ramirez Garzon, Vibiana Andrea, 2012. Creación de una empresa dedicada al reciclaje de llantas a través de su trituración.

Valencia Ramirez, J., Paola Andrea Benavidez López y D. Ortiz Guerrero, 2019. Análisis Del Tratamiento Y Aprovechamiento De Llantas Usadas

Sitios web consultados

ANRE, Asociación Colombiana de Reencauchadores de Llantas y Afines, 2020. La Economía Circular nos invita a consumir de manera responsable y sostenible. https://asociacionanre.org/wp2/2020/09/23/la-economia-circular-nos-invita-a-consumir-de-manera-responsable-y-sostenible/

El Tiempo 2020. https://www.motor.com.co/actualidad/industria/funciona-mercado-llantas-colombia-panorama/32387

Grupo Mavesa, https://grupomavesa.com.ec/empresas-reencauchadora-del-pacifico-s-a-renpacifsa/

MADS 2017. Productores y comercializadores de llantas en el país deberán tener un Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/3055-productores-y-comercializadores-de-llantas-en-el-pais-deberan-tener-un-sistema-de-recoleccion-selectiva-y-gestion-ambiental-de-llantas-usadas-minambiente

Noticias Cerrejón https://www.youtube.com/watch?v=Y7iLbClxDng

Portafolio, 2016. https://www.portafolio.co/negocios/inaugurada-planta-de-reciclaje-de-llantas-en-la-guajira-499036

Reciclaje verde, 2012. Reciclaje de neumáticos: procesos y usos. https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/06/26/reciclaje-de-neumaticos-procesos-y-usos/

Rueda Verde, https://www.ruedaverde.com.co/

https://www.4rsoluciones.co/informe-sostenibilidad/

https://www.excelenciasdelmotor.com/noticia/el-neumatico-mas-grande-del-mundo-michelin-xdr

Terra.org, http://www.terra.org/categorias/articulos/recicla-los-neumaticos-usados

Tnu.es, https://www.tnu.es/w/138/-como-es-un-neumatico-

Yuxi Machine, http://www.yuxiwasterecyclingmachine.com/

4

La gestión de los residuos sólidos urbanos, aprovechamiento y reciclaje



- En 2019 las actividades conjuntas de recolección, tratamiento y disposición de desechos y recuperación de materiales ocuparon aproximadamente 73.200 trabajadores, según datos del DANE de mercado de trabajo; dentro de estos, generaron más de 35.000 empleos verdes, según datos del DANE provenientes de cuentas ambientales.
- Actualmente la tasa de reciclaje y nueva utilización es del 11,1% de la oferta total de residuos, en tanto un 23,7% adicional se aprovecha en cogeneración de energía y un 14,0% en productos residuales. Entre los tres componentes, la tasa de aprovechamiento alcanza el 48,8% de la oferta residual total.
- En el marco de la Economía Circular, la política de crecimiento verde y la Estrategia para la Implementación de los ODS en Colombia (Documento CONPES 3918), un conjunto de metas específicas para 2030 prevén, por un lado, la reducción en la generación de residuos por unidad de PIB y, por el otro, el incremento en la tasa de reciclaje y aprovechamiento. Si ambas tendencias se verificaran según lo proyectado, el volumen de residuos para reciclar podría alcanzar las 3.200.000 toneladas en 2030, unas 500.000 toneladas más que lo reciclado actualmente, con el consiguiente aumento en el número de ocupados en el sector.
- Estimaciones realizadas con una matriz insumo-producto para Colombia sugieren que, por cada aumento de COP 1.000 millones de la demanda final dirigida al sector, podrían crearse 18 empleos en recolección, tratamiento y disposición de desechos y 34 empleos en actividades de recuperación de materiales (reciclaje) en toda la economía, entre directos, indirectos e inducidos.
- Uno de los objetivos de política es mejorar el nivel de inclusión de los recicladores de oficio como prestadores del servicio público de aseo. Los esfuerzos por formalizar a la fuerza de trabajo se enmarcan dentro del mismo y las asociaciones de recicladores son clave para la mejora de las condiciones laborales.

Desempeño del sector de reciclaje y aprovechamiento

La gestión de residuos sólidos en Colombia ha presentado importantes avances en el control de la contaminación y en la sostenibilidad del servicio público de aseo en gran parte del país. A la fecha, la gran mayoría de residuos sólidos no peligrosos es dispuesta adecuadamente y un porcentaje muy bajo de municipios del país cuenta con sitios de disposición final no adecuados (Documento CONPES 3874).

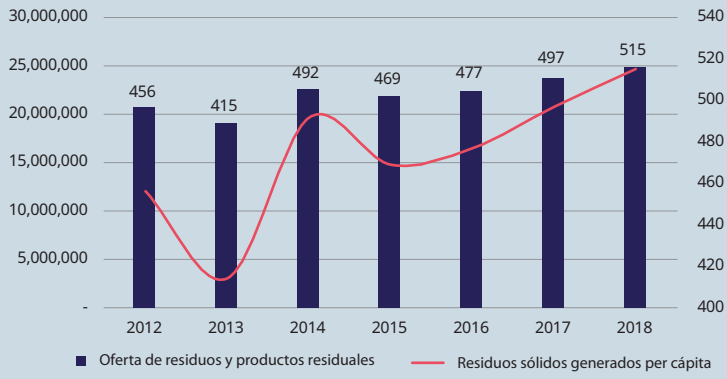
▶Recuadro 3. Definición de aprovechamiento

Actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje por parte de la persona prestadora.

Para 2018 la actividad de recuperación de materiales registró una producción equivalente a 2,4 billones de pesos y su valor agregado ascendió a 1,6 billones de pesos, representando el 0,17% sobre el total del valor agregado bruto de Colombia. Además, valor agregado de esta actividad presentó una variación de 61,9% entre 2005 y 2018.

La oferta de residuos y productos residuales alcanzó casi 25.000.000 de toneladas en 2018, lo que equivale a un promedio de 515 kg/habitante (Gráfico 13).

▶Gráfico 13. Oferta de residuos y productos residuales (ton). Residuos sólidos generados por habitante (kg/hab)



Fuente: elaboración propia con base en datos del DANE.

Desde el punto de vista de la confección de las cuentas ambientales, oferta y demanda de residuos se componen con los siguientes agregados:

▶Cuadro 30. Balance de oferta y utilización de residuos y productos residuales.

	Industrias	Hogares	Acumulación	Medio ambiente	Total
Oferta (Ton)	Residuos generados por las industrias	Residuos generados por el consumo final de los hogares	Residuos del desguace y demolición de activos producidos		Generación total
Demanda (Ton)	Recolección y tratamiento de desechos y otros residuos		Acumulación de desechos en vertederos controlados	Corrientes directas de residuos del medio ambiente	Uso total

Fuente: DANE, 2017 con base en Marco Central del Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas.

Para 2018, la oferta de residuos sólidos y productos residuales derivados de los procesos de producción (industrias), consumo (hogares) y acumulación ascendió a 24,85 millones de toneladas, dentro de las cuales el 86,0% (21,38 millones de toneladas) correspondió a residuos sólidos y el 14,0% (3,47 millones de toneladas) a productos residuales. El comportamiento de la oferta para 2018 muestra un crecimiento de 5,5% con relación al año anterior, explicado por un incremento de 8,6% en la oferta generada por los hogares (11,64 millones de toneladas) y una contribución de 3,9 puntos porcentuales, sobre la variación total (DANE, 2020).

En cuanto a la demanda de residuos sólidos, la misma está compuesta por el tratamiento de residuos, el reciclaje o recuperación de materiales, las transferencias directas al ambiente y las exportaciones.

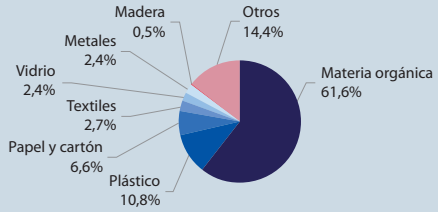
Los residuos se clasifican de acuerdo a una gran variedad de indicadores, incluyendo el agente generador, los potenciales riesgos para la salud y/o el medioambiente que presenta su disposición, la capacidad del residuo para ser reciclado, etc. En este capítulo se tratarán los residuos no metálicos reciclables[1], incluyendo residuos de vidrio, papel y cartón, plásticos, madera, textiles y caucho.

La composición de los residuos varía considerablemente con el nivel de ingreso del país. El porcentaje de materia orgánica en los residuos decrece a medida que el nivel de ingresos aumenta (Kaza et al., 2018). Con datos

1 Corresponde a la categoría 04 de la Clasificación CER STAT Rev. 4.0, EUROSTAT

para las ciudades de Medellín, Barranquilla, Cali y Bogotá se obtiene la composición de los residuos sólidos que se muestra a continuación.

▶Gráfico 14. Composición de los RSU en Colombia

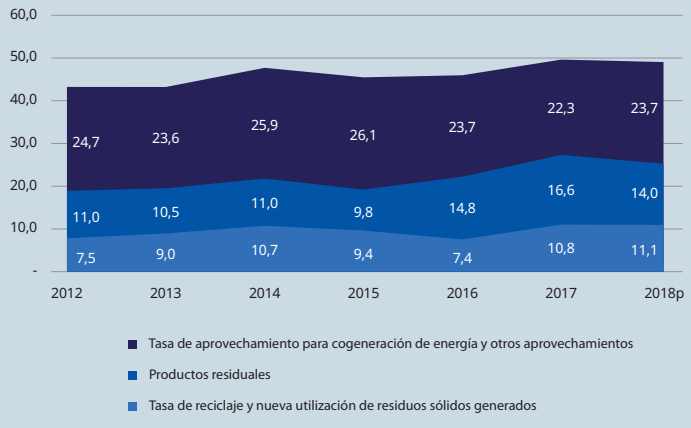


Fuente: con base en el CONPES 3874.

En Colombia se observa una alta prevalencia de residuos orgánicos, que corresponden al 61,5% de la generación, seguidos por los productos de plástico (10,8%) y los productos de papel y cartón (6,6%).

En cuanto al aprovechamiento de estos residuos, en 2018 casi el 49% de la oferta total de residuos es aprovechada (Gráfico 3). Esta tasa se compone del aprovechamiento de residuos para la cogeneración de energía (24%), de la tasa de reciclaje y nueva utilización (11%) y del aprovechamiento de otros productos residuales (no exhibido) (14%).

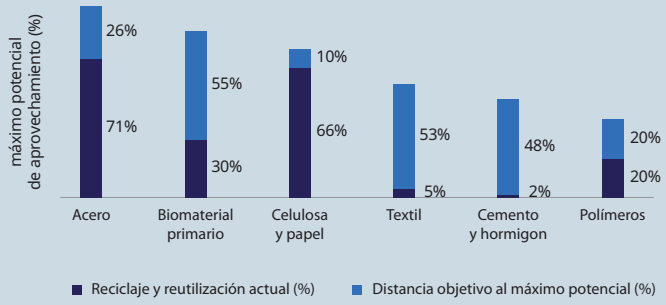
▶Gráfico 15. Tasa de aprovechamiento



Fuente: con base en datos del DANE.

Si bien la tasa de reciclaje y nueva utilización incrementan 3,6 puntos porcentuales entre 2012 y 2018, estudios especializados señalan que en Colombia la recuperación y retorno de materiales desde la etapa de posconsumo a los procesos manufactureros es insuficiente. Un estudio desarrollado por Tecnalia (2018) muestra las brechas existentes entre las tasas de recuperación actuales y el máximo potencial de reciclaje en actividades seleccionadas. A su vez, el máximo potencial de reciclaje se elabora a partir del análisis de flujos de materiales simplificados, de experiencias sectoriales en Colombia y de la revisión de mejores prácticas internacionales relativas al cierre de los ciclos de los materiales objeto de estudio.

▶Gráfico 16. Brechas en reciclaje y reutilización de materiales en Colombia frente a referentes internacionales



Fuente: documento CONPES 3934

Según la metodología de Tecnalia (2018) para alcanzar el máximo potencial de reciclaje y reutilización posible, las tasas de celulosa y papel, textil, cemento y hormigón y polímeros deberían expandirse, respectivamente, 10, 53, 48 y 20 puntos porcentuales.

El documento CONPES 3934 (Política de crecimiento verde) señala que el bajo desempeño en el uso de materiales se explica por barreras institucionales, financieras y técnicas. Entre ellas se señalan las siguientes:

1. Una débil coordinación institucional en todos los niveles, especialmente por parte del Gobierno nacional, ya que varias entidades tienen responsabilidades compartidas en aspectos relacionados con la Economía Circular, como el cierre de ciclo de materiales, la gestión de residuos y el ecodiseño en los sectores productivos.

2. Existen brechas entre la generación de los residuos y su aprovechamiento como productos residuales. Se encuentra que en la

etapa de diseño y planificación de los productos se generan hasta el 80 % de los impactos ambientales (BMU & UBA, s.f), los cuales se relacionan, entre otros aspectos, con la creciente generación de residuos sólidos.

3. No se cuenta con instrumentos de gestión de la información asociada al consumo de materiales y generación de residuos. También, se detectan inconsistencias entre las estadísticas oficiales y las estimaciones sectoriales, acerca de la generación y aprovechamiento de residuos (Tecnalia, 2018).

4. En el país existe poca infraestructura para el tratamiento de residuos, asimismo se encuentra una ausencia de criterios y lineamientos para los mandatarios locales que les permitan identificar las zonas idóneas para la ubicación de la infraestructura para el tratamiento de residuos.

Impacto de la COVID-19 en la actividad de aprovechamiento

La crisis sanitaria desencadenada por la COVID-19 golpeó fuertemente el mercado de trabajo colombiano. La medición interanual del trimestre móvil abril-junio arrojó una reducción en el nivel de empleo de 4.850.000 ocupados, entre 2018 y 2019. Algunos de estos trabajadores aumentaron las cifras de desempleo y otros transitaron hacia la inactividad. Contrariamente a lo que había acontecido en ocasión de crisis económicas anteriores, cuando la informalidad se había expandido ofreciendo opciones de trabajo a personas que de otra forma hubieran quedado desamparadas, en el corto plazo la crisis que ha desatado la pandemia de la COVID-19 ha golpeado especialmente a los trabajadores informales (OIT, 2020, Seminario Interno).

Entre los múltiples efectos de la pandemia en la actividad de reciclaje, en primer término, se detecta el impacto de las medidas de aislamiento sobre los trabajadores. Si bien los trabajadores del sector de aprovechamiento fueron autorizados a circular, la restricción rige para los mayores de 70 años. La ARB estima que en Bogotá son 5.000 los trabajadores comprendidos en esta categorización, quienes no tendrán ingresos para su mínimo vital.

En cuanto a la disponibilidad del material para el reciclaje, una encuesta realizada a más de 50 prestadores evidencia que durante las primeras dos semanas de aislamiento obligatorio, la comercialización del material estuvo estancada, dado que los compradores no tenían certeza de poder abrir sus instalaciones y operar con normalidad. Con el paso de los días y gracias a las aclaraciones y excepciones comunicadas por el Gobierno Nacional, el aprovechamiento como actividad complementaria al servicio público de aseo consiguió seguir ejerciendo su actividad, y por tanto toda su cadena de valor, dada su relación directa con la fabricación de bienes esenciales en medio de la contingencia, como lo son empaques y envases para el sector de alimentos

y aseo. Los materiales aprovechables en los hogares aumentaron y la mayor generación de residuos está relacionada con el crecimiento del consumo en los hogares (Acoplásticos, 2020a).

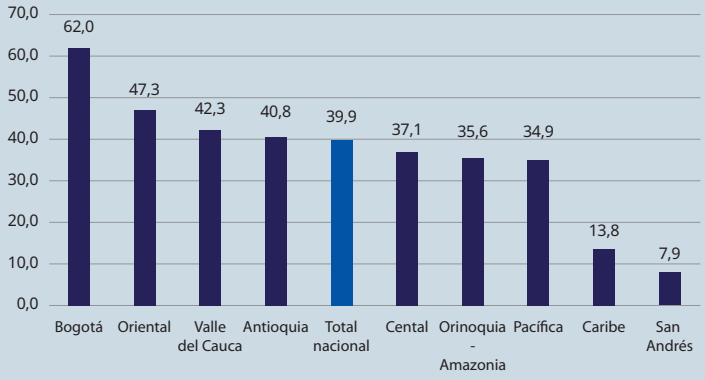
Separación en la fuente

Uno de los principales determinantes de la eficiencia en las actividades de gestión de residuos sólidos está dado por el grado de separación de los residuos en la fuente. Esta circunstancia ha sido ampliamente señalada por diversos agentes de la actividad. Según el documento de la SSPD (2019), en Colombia la separación en la fuente es una problemática que afecta de manera directa la eficiencia de la actividad de recolección y la protección del medio ambiente. La Asociación de Recicladores de Bogotá (ARB), a través de expresiones brindadas por su presidenta, también han manifestado que el trabajo de los recuperadores se vería favorecido por una mayor tasa de separación en la fuente. Por otra parte, la no separación aumenta los niveles de accidentalidad en la fase de recolección (Padilla, 2020).

La separación temprana en las fuentes donde se generan los residuos adquiere gran importancia para evitar su mezcla, principalmente en cuanto a los orgánicos. Factores como el mencionado influyen también en los precios de los materiales secundarios o alternativos (Instituto Nacional de Ecología, 2002).

El Primer Reporte de Economía Circular del DANE (2020) brinda datos de separación de residuos en la fuente para el sector residencial.

▶Gráfico 17. Hogares que clasifican la basura, por región

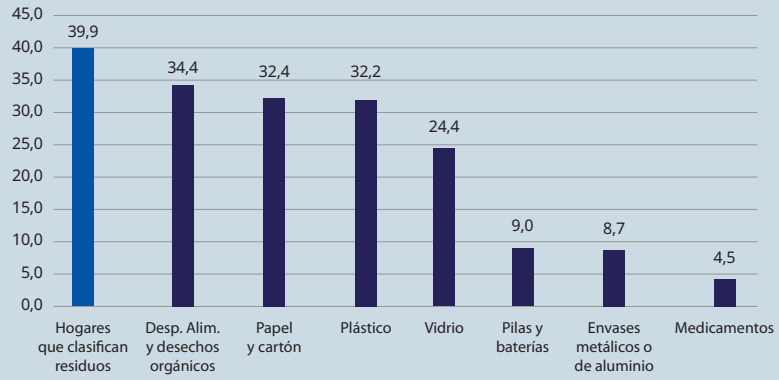


Fuente: DANE 2020.

En Colombia, aproximadamente el 40% de los hogares clasifica los residuos, aunque este promedio abarca regiones de comportamientos diferenciados como Bogotá, donde el indicador alcanza 62%, y San Andrés, donde menos del 8% de los hogares clasifica la basura.

Asimismo, se presentan datos de separación por tipo de residuo.

▶Gráfico 18. Hogares que clasifican residuos, por tipo de residuo



Fuente: DANE 2020.

Los residuos con mayor tasa de separación son los desperdicios de alimentos y desechos orgánicos, separados por el 34,4% de los hogares, frente a los residuos de medicamentos, que son separados por el 4,5% de los hogares.

Tendencias globales en reciclaje

En EE. UU. las tasas de reciclaje han aumentado en el tiempo, de poco más del 6% en 1960 a alrededor del 10% en 1980, al 16% en 1990, a alrededor del 29% en 2000 y a más del 35% en 2017. En ese año, de las 267.8 millones de toneladas de RSU generadas, se reciclaron y compostaron más de 94 millones, lo que equivale a una tasa de reciclaje y compostaje del 35,2% (EPA, 2020).

En la Unión Europea la Directiva Marco de Residuos establece un marco jurídico para el tratamiento de los residuos. Además, establece como objetivo que el 50% de los residuos municipales sean reciclados y preparados para su reutilización en los Estados miembros de la UE, para al menos cuatro categorías de residuos: papel, vidrio, metales y plásticos. En términos de

residuos municipales reciclados y compostados/digeridos como porcentaje del total de residuos municipales generados, Alemania, Austria, Bélgica, Suiza, Países Bajos y Eslovenia reciclaron al menos la mitad de sus residuos municipales en 2016. Entre los países con menores tasas, se encuentran Turquía, Malta y Montenegro[2], ya que obtuvieron valores menores al 10% (European Environment Agency, 2018).

En México, según las cifras más recientes publicadas en 2017, la generación de RSU alcanzó 44.6 millones de toneladas, o 0.98 kilogramos/habitante en promedio diario. El volumen de materiales reciclados en México es reducido: en 2012 alcanzó alrededor del 9.6% del volumen de los residuos generados (Gobierno de México, 2017).

Tendencias globales en generación de empleo

El empleo en la gestión de residuos sufrirá cambios sustanciales cuando los países, en particular las zonas urbanas, avancen hacia una Economía Circular. En la Economía Circular la extracción de materiales se reduce y el ciclo de vida del producto se amplía. En comparación con otras regiones del mundo, se prevé que América Latina y el Caribe será la región que más se beneficie de esta transición, con más de 10 millones de nuevos empleos, especialmente en el sector de los servicios y el reciclaje. Esto probablemente aumentaría la proporción de empleo femenino y de empleo altamente cualificado (Saget et al., 2020).

Actualmente, se estima que más de 20 millones de recicladores se ganan la vida recolectando desechos. El sector de la gestión y el reciclaje de residuos emplea a más de 500.000 personas en el Brasil, a 62.147 en Sudáfrica y a entre 400.000 y 500.000 en Bangladesh (OIT, 2018). La mayoría de estos trabajadores están ocupados en la economía informal, principalmente en zonas urbanas, y con frecuencia desempeñan un papel importante en el aumento del volumen de reciclaje, al tiempo que reducen el número de vertederos.

Para EE.UU., un estudio de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) realizado en 2016 reportó que la industria del reciclaje genera 371.452 empleos directos, es decir, el 0,25% del empleo total del país, mientras que ese número asciende a 757.325 empleos, o 0,52% del total, si se consideran adicionalmente los efectos indirectos. Entre las categorías analizadas de materiales, el estudio incluye papel, aluminio, vidrio, plásticos, metales ferrosos, caucho, alimentos y productos orgánicos, electrónica y materiales de construcción y demolición (C&D) que se desvían del flujo de desechos

2 Sin información para Serbia y Bosnia y Herzegovina

(por ejemplo, desechos sólidos urbanos) y se reciclan para fabricar nuevos productos (EPA 2016).

En España, un estudio mostró que el reciclaje de envases genera 42.000 empleos. Más de 9.400 serían directos, relacionados con la recogida, la selección y el propio reciclaje, mientras que 13.900 se producirían de manera indirecta y el resto se trataría de empleos inducidos (Ecoembes 2020).

También para EE. UU. un reporte de proyección de escenarios de reciclaje determinó que un aumento de las tasas de reciclaje de residuos sólidos urbanos y de los desechos de construcción y demolición de hasta el 75% generaría, para 2030, un total de 2.3 millones de puestos de trabajo: casi el doble de puestos de trabajo de los proyectados para el escenario de caso base y aproximadamente 2,7 veces más trabajos de los existentes en 2008. Habría un número significativo de empleos indirectos adicionales asociados con proveedores de este sector en crecimiento, además de los puestos inducidos de trabajo por el aumento del gasto de los nuevos trabajadores (Instituto Tellus y Sound Resource Management, 2008).

El empleo en la gestión de residuos y el reciclaje seguirá aumentando a medida que aumenten las tasas de reciclaje. De los 19–24 millones de trabajadores actualmente en el sector, solo 4 millones tienen un empleo verde. La gran mayoría trabaja como recicladores informales en países en desarrollo y se presume que un gran porcentaje de ellos son mujeres. El reciclaje solo se convertirá en una actividad verde con la formalización del trabajo. Ejemplos de Brasil, Colombia y Sri Lanka, donde los recicladores se han organizado en cooperativas y empresas establecidas, demuestran cómo la formalización puede crear oportunidades significativas para la inclusión social y mejorar las condiciones de trabajo, los ingresos y la seguridad y la salud.

La actividad de aprovechamiento es una de las más importantes generadoras de empleo en la Economía Circular. Sin embargo, muchos de estos empleos en actividades de manejo de residuos o reciclaje sufren severos déficits de trabajo decente, por lo que no pueden ser considerados verdes a pesar de su evidente aporte ambiental.

Precios y cantidades de los materiales recuperados

Los precios de los materiales recuperados varían en el mercado según las particularidades de la oferta y demanda.

Con base en una encuesta de 50 prestadores que operan en distintos departamentos de Colombia, Acoplásticos produce informes mensuales de precios de los materiales comercializados.

▶Cuadro 31. Precios promedio de comercialización de materiales a nivel nacional ($/kg) a septiembre 2020

Material	Tipo	Precio
Metales	Aluminio – Clausen	2565
Plástico	Rígido	849
Plástico	Pet cristal	814
Papel y cartón	Archivo	730
Plástico	Flexible	688
Metales	Chatarra	491
Papel y cartón	Periódico	368
Plástico	PET Otros	348
Papel y cartón	Cartón	347
Plástico	Desechables (vasos, platos)	221
Plástico	PS Expandido (icopor)	200
Papel y cartón	Plegadiza	189
Papel y cartón	Tetrapak	183
Vidrio	Vidrio	129

Fuente: con base en Acoplásticos, 2020b.

El reporte de precios del mes de septiembre de 2020 señala una leve mejoría en los precios del material, con las excepciones de vidrio, tetrapak, vasos, cubiertos y platos plásticos. Por su parte, materiales como papel y cartón, PET cristal, plásticos rígidos y flexibles, así como la chatarra, presentan valores cercanos a los evidenciados al inicio de la cuarentena nacional, lo cual indica una mejora importante para todos los eslabones de la cadena (Acoplasticos, 2020).

En el reporte de Organizaciones de Recicladores de 2017, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) evaluó que el vidrio tenía el precio promedio más bajo, mientras que la chatarra y el papel eran los materiales mejor pagados. De manera preliminar puede hablarse de un margen de 20% entre el precio de compra y el precio de venta del material. La diferencia de precios de los materiales ofrece una panorámica general, porque al interior se encuentran diferencias importantes.

La tarifa de aprovechamiento

Si bien los precios de los materiales recuperados varían de acuerdo al tipo de material vendido, los trabajadores nucleados a la Asociación de Recicladores de Bogotá han logrado la implementación de la tarifa de aprovechamiento, consistente en el pago de un ingreso adicional por tonelada de material colectado (Padilla, 2020).

Bogotá fue la primera ciudad en la que los recolectores de residuos recibieron pagos por su trabajo, seguida de otras ciudades como Medellín, Popayán y Montería. Bajo este plan, cada dos meses, los recolectores de residuos individuales reciben una cantidad fija por tonelada de materiales reciclables recogidos y registrados en centros de pesaje autorizados. Estos ingresos se suman al dinero que obtienen de la venta de los materiales a precios de mercado. A diciembre de 2015, unos 10.000 recolectores de residuos habían abierto una cuenta bancaria y sus ingresos se habían duplicado o incluso triplicado (Saget et al., 2020).

Justificación

El manejo de los residuos sólidos urbanos es un factor relevante por su impacto ambiental, económico y social. Un manejo inadecuado de los mismos provoca, entre otros aspectos, enfermedades, contaminación de fuentes hídricas, del suelo y del aire; impactos visuales negativos y riesgos por derrumbes o explosiones. Todos estos elementos afectan directamente el bienestar de la población y son alterados directamente por el crecimiento de la población y el aumento en la producción de residuos.

Ambientalmente, el reciclaje representa un ahorro en el consumo de recursos forestales (papel, cartón), recursos fósiles (plástico), recursos minerales (vidrio, metal), entre otros. En Colombia, los residuos reciclados son transformados en materia prima secundaria, principalmente los residuos metálicos, con un 62% del total de residuos reciclados, seguidos del papel y cartón (32%), y de vidrio y plástico, con el 3% de los residuos totales.

Un aumento del reciclaje puede suponer mejoras significativas en términos de energía y empleo. En particular, el reciclaje permite, en comparación con la extracción y el procesamiento de materias primas, ahorrar una gran cantidad de energía. El ahorro en el caso del reciclaje del aluminio, por ejemplo, alcanza el 95%; también es significativo el porcentaje en el caso del acero y del papel: 74% y 65%, respectivamente (OIT, 2019).

Normativa vigente

La gestión integral de residuos sólidos se apoya en un exhaustivo marco normativo que ha evolucionado desde las primeras reglamentaciones de la actividad, a mediados de los años setenta, hasta la definición del conjunto de normas, procedimientos e instituciones reunidos en la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos de 2016. A continuación, se detallan los principales elementos:

- **Decreto Ley 2811 de 1974 y Ley 9 de 1979 (Código Sanitario Nacional):** de esta primera etapa normativa sobresale la preocupación del Estado por la reglamentación técnica y los aspectos ambientales, con una preferencia explícita por fomentar procesos de reciclaje y modificar patrones de producción y consumo de bienes para minimizar la generación de residuos sólidos.

- **Constitución Política de 1991 y Leyes 99 de 1993 y 142 de 1994:** se estableció un marco institucional para el desarrollo empresarial del servicio público de aseo, con el fin de asegurar su prestación eficiente bajo la responsabilidad de los municipios y distritos.

- **Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos:** establecida por el Documento CONPES 3874 en 2016, propone un exhaustivo marco regulatorio. Algunos de las disposiciones más sobresalientes son:

  - **Jerarquía de la gestión integral de residuos sólidos:** las acciones de política estarán dirigidas, en ese orden a: (i) prevenir; (ii) reutilizar; (iii) aprovechar; (iv) tratar los materiales con fines de valorización y para que se permita optimizar la operación de los rellenos sanitarios; y (v) en el caso de que no sea posible lo anterior, garantizar su eliminación o disposición final con el cumplimiento estricto de estándares ambientales.

  - **Responsabilidad extendida del productor:** en Colombia, la responsabilidad extendida del productor se viene regulando desde 2007 e implementado desde 2009. Hoy día, según información suministrada por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), hay 296 planes de gestión de devolución de productos posconsumo de plaguicidas, medicamentos o fármacos vencidos y baterías usadas de plomo ácido, además de 118 sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de pilas y acumuladores, bombillas fluorescentes, computadores y periféricos, y llantas usadas.

- **Inclusión:** todas las autoridades concurrirán en el ámbito de sus competencias para garantizar efectivamente la inclusión social de los recicladores de oficio a la gestión integral de residuos, conforme a lo establecido normativamente para el proceso de formalización de los mismos en el marco del servicio público de aseo.

- **Decreto 596 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) y la Resolución 276 de 2016:** establecen que las organizaciones de recicladores de oficio que se acojan al esquema de progresividad para su formalización como prestadores de la actividad de aprovechamiento, contarán con cinco (5) años para cumplir con sus obligaciones administrativas, comerciales, financieras y técnicas señaladas por el MVCT (Superservicios, 2019).

- **Decreto 457 y 531 de 2020:** en el contexto de la emergencia sanitaria desencadenada por la COVID-19, permiten el derecho de circulación a personas en actividades de aseo (recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final, incluyendo los residuos biológicos o sanitarios).

Objetivos, metas e indicadores para el sector

La tasa de reciclaje es un indicador clave de la Economía Circular, en torno de la cual y en el marco de los objetivos de crecimiento verde se han establecido metas atendiendo a los distintos aspectos de la cadena de valor. Se enumeran seguidamente los más relevantes, en orden cronológico inverso.

Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)

La Estrategia nacional de Economía Circular incluye los indicadores y metas planteados en la Política de crecimiento verde. Para la tasa de reciclaje la meta es alcanzar un valor de 17,9% en 2030, partiendo de una línea de base de 8,60% en 2015.

▶Cuadro 32. Indicadores agregados de la Estrategia Nacional de Economía Circular

Indicador	Línea de base (2015)	Meta 2030
Tasa de reciclaje	8,60	17,9

Fuente: Gobierno de la Republica de Colombia, 2019.

Documento CONPES 3874 (2016)

En el Documento CONPES 3874 se establece que la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos considerará tres hitos relevantes con metas específicas que permitirán avanzar en la gestión integral de residuos sólidos del país.

Con un horizonte de tres años, se deben establecer estrategias para aquellos municipios o regiones de difícil gestión y para aquellos en los cuales persisten formas inadecuadas de disposición final, presencia de recicladores en los rellenos y bajas coberturas en centros nucleados rurales.

Se fortalecerá la coordinación institucional y sectorial para generar las medidas necesarias que permitan la implementación de esquemas de aprovechamiento inclusivo de residuos sólidos, alcanzando la meta propuesta en siete años.

En un horizonte de diez años, implementar esquemas de tratamiento de los residuos sólidos, principalmente orgánicos, que permitan optimizar la operación de los rellenos sanitarios y la incorporación paulatina de tecnologías complementarias para la valorización de residuos sólidos.

▶Cuadro 33. Metas para el sector de gestión de residuos, CONPES 3874

Horizonte temporal	Meta	Criterios de cumplimiento
3 años	Plan para erradicar formas inadecuadas de disposición	Plan en ejecución
7 años	Colombia comprometida con el aprovechamiento inclusivo	30% de residuos generados son efectivamente aprovechados por personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento (25% por organizaciones de recicladores formalizadas)
14 años	Tratamiento y valorización de residuos sólidos como solución ambiental, empresarial y social	3 experiencias exitosas en el país

Fuente: elaboración propia con base en el Documento CONPES 3874

Agenda de Desarrollo 2030

Se establecen metas para el sector en el marco de los ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) y 12 (Producción y consumo responsables).

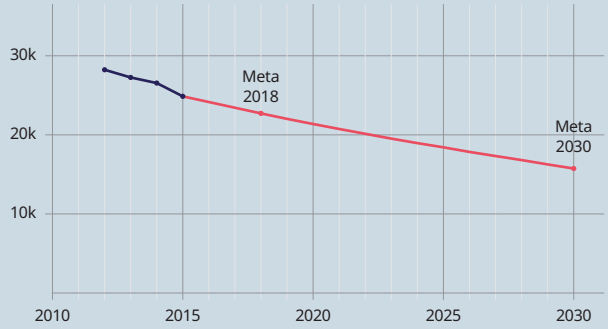
▶Cuadro 34. Metas para el sector de gestión de residuos, Agenda de Desarrollo 2030

Objetivo / Indicador	Línea de base (2015)	Meta 2018	Meta 2030	Variación 2015 - 2030
ODS 8 – Trabajo decente y crecimiento económico				
Indicador 8.4 - Mejorar la eficiencia de los recursos en el consumo y la producción				
Generación de residuos sólidos y productos residuales frente al Producto Interno Bruto (PIB) (En toneladas por billón de pesos)	24.932	22.755	15.788	-36,7%
Porcentaje de residuos sólidos efectivamente aprovechados (%)	17,0	20,0	35,0	105,9%
ODS 12 – Producción y consumo responsables				
Indicador 12.5 - Reducir sustancialmente la generación de residuos				
Tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos (%)	8,60	10,00	17,90	108,1

Fuente: DNP, Explorador de datos – ODS, Agenda del desarrollo 2030

Concomitantemente al espíritu de reducir y prevenir la generación de residuos, las metas prevén una caída en las toneladas de residuos sólidos por billón de pesos de PIB para 2030, así como un aumento de los residuos sólidos efectivamente aprovechados y de la tasa de reciclaje y nueva utilización.

▶Gráfico 19. Generación de residuos sólidos y productos residuales frente al Producto Interno Bruto (PIB) (Toneladas por billón de pesos)



Fuente: ODS Colombia, DNP (s.d.).

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 12.5 establece para 2030 el reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

Los empleos verdes en el sector de reciclaje

En el marco de las cuentas de Economía Circular, el DANE procesa datos de empleos ambientales y empleos verdes para la categoría ambiental "Protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos".

Cabe señalar que los empleos verdes son parte de los empleos ambientales, es decir, que además de reducir las presiones sobre el capital natural a través de su protección, conservación y aprovechamiento sostenible, verifican las condiciones de trabajo decente que, según el Ministerio de Trabajo, corresponden a una justa remuneración, garantía de los derechos de los trabajadores y protección social (DANE, 2020).

El cuadro 35 a continuación muestra la evolución de estos agregados en el trienio 2017-2019.

▶Cuadro 35. Empleos ambientales y empleos verdes en protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos

Protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos	2017			2018 pr			2019			Variación en el periodo 2007-2019
	Asal.	Indep.	Total	Asal.	Indep.	Total	Asal.	Indep.	Total	
Empleos ambientales	42.658	18.859	61.517	48.476	36.598	85.074	51.736	47.672	99.408	61,6%
Empleos verdes	37.791	2.216	40.007	41.373	2.487	43.860	38.492	2.076	40.568	1,4%
Porcentaje empleos verdes / empleos ambientales	88,6	11,8	65,0	85,3	6,8	51,6	74,4	4,4	40,8	
Variación interanual										
Empleos ambientales				13,6	94,1	38,3	6,7	30,3	16,8	
Empleos verdes				9,5	12,2	9,6	(7,0)	(16,5)	(7,5)	

Fuente: con base en datos del DANE, 2020, y Cuentas de Economía Circular.

De esta categoría agregada, estimaciones adicionales del DANE determinaron que los empleos verdes en sector de reciclaje alcanzaron 35.270 trabajadores en 2019 (no exhibido).

Una primera observación que surge del cuadro es la gran divergencia en cuanto al crecimiento de los empleos ambientales y los empleos verdes. Mientras que los primeros aumentaron un 62% entre 2017 y 2019, correspondiente a aproximadamente 38.000 empleos, los empleos verdes por su parte aumentaron 1,4%, correspondiente a 561 trabajadores.

La brecha en la expansión de empleos ambientales y verdes se explica por la conducta de los trabajadores independientes. Efectivamente, son estos trabajadores, en medida muy superior a los trabajadores asalariados, quienes experimentan en el periodo una fuerte expansión del empleo ambiental, pero una caída del empleo verde.

Finalmente, la proporción de empleos verdes en los empleos ambientales expresa la misma asimetría entre asalariados e independientes. Para los

trabajadores asalariados, el porcentaje de empleos verdes en ambientales supera el 85%, en cambio para los trabajadores independientes solo 12 de cada 100 empleos fueron verdes en 2017, mientras que para 2018 ese número disminuyó a 7.

En suma, en el periodo 2017–2019 se produjo un ingreso significativo de trabajadores independientes al sector, incorporando 29.000 trabajadores y explicando el 76% del aumento total, probablemente en actividades relacionadas con la gestión de residuos. Sin embargo, estos empleos no reúnen las condiciones de justa remuneración, garantía de los derechos de los trabajadores y protección social para ser considerados verdes. Como efectos del crecimiento de los empleos ambientales de trabajadores independientes, los asalariados pierden 17 puntos de participación en el conjunto del empleo, y los empleos verdes pierden 24 puntos de participación en el total de empleos ambientales, pasando de representar el 65% en 2017 al 41% en 2019.

Si bien la categoría ambiental reúne a trabajadores de las actividades de protección del aire y del clima, gestión de aguas residuales y gestión de residuos, la mayoría de los empleos corresponden a esta última actividad.

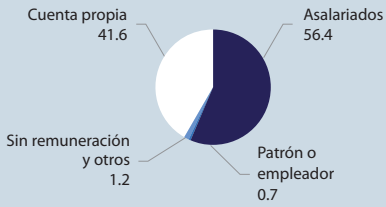
El análisis realizado sugiere la relación entre actividades de recolección de residuos, acceso de trabajadores independientes al sector y deterioro de las condiciones laborales. Si bien en el sector de residuos esta asociación es ampliamente empírica, el marco de la Economía Circular y los esfuerzos institucionales orientados a instalarla son una oportunidad para enfrentar los desafíos de trabajo decente que presenta la actividad.

Características de los empleos en gestión de residuos y reciclaje

Las estadísticas de mercado laboral del DANE utilizan la clasificación CIIU4. Para la gestión de residuos resulta relevante la División 38 (Recolección, tratamiento y disposición de desechos, recuperación de materiales). Esta división comprende la recolección, el tratamiento y la disposición de materiales de desecho. Se incluye también la remoción de materiales de desecho en una zona delimitada y la operación de instalaciones de recuperación de materiales (ejemplo, aquellos que clasifican los materiales recuperables de una corriente de desechos).

En 2019 se contabilizaron 73.278 trabajadores en estas actividades, equivalentes al 0,33% del empleo total colombiano. Se muestra a continuación la composición de los ocupados por categoría ocupacional.

▶Gráfico 20. Categoría ocupacional de los ocupados en la División 38 (Recolección, tratamiento y disposición de desechos, recuperación de materiales)



Fuente: DANE, Datos de ocupación por perfil ocupacional para 2019.

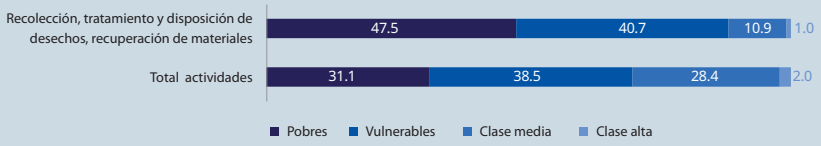
Con 56,4% de los ocupados, el segmento asalariado reúne más de la mitad de los 73.278 trabajadores del sector de recolección, tratamiento y disposición de desechos, seguido por un 41,6% de ocupados independientes, un 1,2% de trabajadores sin remuneración y otros, y un 0,7% de patrones o empleadores.

Para la composición por sexo, datos del Censo de la Población Recicladora de Bogotá (2012) reflejan que el 69,90% del oficio lo realizan personas del sexo masculino, frente a un 30,10% que está a cargo de mujeres (UAESP, 2014).

Empleo por cuenta propia

Para los trabajadores independientes, que representan el 41,6% de trabajadores del sector, el DANE presenta información detallada respecto de sus condiciones de ingresos y clase social.

▶Gráfico 21. Ocupados por cuenta propia según clase social



Fuente: elaboración propia con base en datos del DANE, 2019.

Las condiciones desfavorables de ingresos son evidentes para los trabajadores independientes del sector de recolección, tratamiento, disposición de desechos y recuperación de materiales. En 2019, el 88,2% de estos eran pobres o vulnerables. Este valor se ubica 20 puntos porcentuales

por encima de la distribución para los más de nueve millones de trabajadores por cuenta propia del total de las actividades económicas. En cambio, solo el 12% de los trabajadores se clasificaba en los segmentos de clase media y alta, comparado con un 30% en el total nacional.

Formalización de las cooperativas de recicladores de oficio

Uno de los objetivos de la política del sector es mejorar el nivel de inclusión de los recicladores de oficio, como prestadores del servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento. El Decreto 596 de 2016 reglamentó el régimen para que las organizaciones de recicladores de oficio lleven a cabo un proceso de formalización progresivo para constituirse como prestadores de la actividad de aprovechamiento (SSPD, 2017).

▶Estudio de caso 5. La Asociación de Recicladores de Bogotá (ARB) y la Asociación Nacional de Recicladores (ANR)

Los trabajadores del sector informal tienen condiciones laborales precarias pero, en muchos casos, suelen estar organizados en cooperativas, aspecto que los fortalecen y facilita el diseño y ejecución de políticas orientadas al sector. (ILO 2019).

En Colombia, la ARB cuenta con 3.800 recicladores y la ANR con 45.000 recicladores que se encuentran asociados a través de sus organizaciones.

Entre los logros más significativos se encuentra la remuneración por tonelada, una conquista de la asociación que mejora sustancialmente los ingresos de los recicladores al permitir la obtención de un ingreso adicional por tonelada colectada.

Durante la pandemia se logró que el servicio de aprovechamiento fuera declarado esencial, además de lograr elementos de protección, kits de lavado de manos, tapabocas, alcohol para desinfección. Se logró que el auxilio llegara a adultos mayores y que empresas privadas aportaran para sostener los ingresos de los trabajadores.

Entre las demandas de los recicladores, se enfatiza, por un lado, un pedido de activar políticas para el logro de mayores niveles de separación de residuos en la fuente. Por otra parte, las asociaciones de recicladores reclaman por un sistema de seguridad y salud intermedio entre el sistema subsidiado por el Estado y el sistema contributivo.

Propiedad colectiva: los recicladores no tienen sueldos, pero en la asociación hay posibilidad de medidas de solidaridad redistributiva, por ejemplo, la organización se encarga de recuperar materiales en ciertos sitios donde no dejan entrar a los recicladores y todo eso se reparte entre las personas de mayor vulnerabilidad, como los mayores de 60 años, entre otros.

La ARB tiene dialogo con el Gobierno a través de una Mesa conformada por la Alianza Nacional por el reciclaje, algunas de las industrias que consumen reciclaje, algunas ONGs y 12 ministerios.

Fuente: Padilla, 2020

El plan de progresividad para la formalización incluye ocho fases que las organizaciones tienen que completar en el transcurso de 5 años, que van desde la inscripción en el Registro Único de Prestadores (RUPS) hasta la definición del área de prestación (municipio) en el Formulario de Registro de Áreas de Prestación, pasando por la presentación de información financiera y la creación de una página web.

La SSPD realizó un estudio para conocer el estado de avance de la formalización, basado en una encuesta que se aplicó a 201 organizaciones de recicladores. Se visitaron 17 departamentos y 44 municipios, durante un operativo de campo que duró 5 semanas (desde el 10 de noviembre al 14 de diciembre de 2017). Los resultados mostraron que más del 80% de las organizaciones ya cumplieron la fase 1, además se observa mayor avance en las fases 3 y 6. Este cumplimiento no secuencial de las fases planteadas en el decreto implica reconocer que, además de la transitoriedad del proceso, se debe dar flexibilidad en el cumplimiento de las fases. Las organizaciones han sido muy proactivas en el cumplimiento de los requisitos (SSPD, 2018).

Puestos sin cubrir

Son puestos de trabajo para los que existe una búsqueda activa y que se anuncian para ser cubiertos de manera inmediata con un trabajador ajeno a la empresa. Un puesto vacante puede deberse a la necesidad de reemplazar a un trabajador o a la necesidad de la empresa de ampliar su fuerza de trabajo para hacer frente a una demanda incrementada.

El cuadro 36 muestra algunos ejemplos de puestos sin cubrir para el sector de recolección, tratamiento y disposición de desechos, recuperación de materiales, según un relevamiento realizado en portales de anuncios de empleo en la semana de referencia.

▶Cuadro 36. Características de algunos puestos vacantes en la semana de referencia en el sector de recuperación de reciclaje.

Nombre del puesto	Requisitos de educación	Requisitos de experiencia	Remuneración ofrecida COP	Remuneración ofrecida SM
Comprador de reciclaje, cartón y papel	Profesional en mercadeo o ingeniería	2 años	2.000.000	2,3
			Más prestaciones de ley	
Requisitos de la posición / Descripción de actividades				
Compra de cartón, papel | Manejo de personal | Comercial servicio al cliente | Técnicas de negociación | Herramientas estadísticas.				
Operarios de producción, recolección y clasificación de residuos, Sector de producción	Bachillerato / Educación media	1 año	877.803	1,0
			Más prestaciones de ley	
Requisitos de la posición / Descripción de actividades				
Ejecutar funciones de recolección de residuos para la transformación industrial.				
Realizar recorrido interno por las instalaciones de la compañía, recolectando los residuos aprovechables y ordinarios en puntos ecológicos, transportarlos hasta el centro de acopio para ser almacenados y procesados.				
Conocer los diferentes materiales para realizar una adecuada selección y clasificación.				
Seleccionar el material en globos y en cada globo debe ir un material específico.				
Diligenciar a inicio de cada turno el check-list que determinará el preuso de la máquina a operar, reportando las novedades pertinentes al coordinador quien determina la viabilidad para operar la herramienta, si aplica.				
Seleccionar, segregar, destruir los materiales: plástico, metal, archivo, cartón, ordinarios, aluminio, vidrio, organizar los materiales en big-bags y/o estibas y almacenarlos en el área destinada.				
Operario de reciclaje	Bachillerato / Educación media	6 meses	877.803	1,0
Requisitos de la posición / Descripción de actividades				
Actividades de manejo | Clasificación y almacenaje de material aprovechable como papel, cartón, plásticos o metales.				
* Edad requerida: entre 20:37 años				
Operario reciclaje montacargas	Bachillerato / Educación media	1 año	877.803	1,0
			Más prestaciones de ley	
Requisitos de la posición / Descripción de actividades.				
Reciclaje de material para realizar las labores de recepción, clasificación, destrucción y o compactación de todo el material reciclaje generado, viruta, contar con un curso de montacargas y experiencia en el manejo de máquina montacargas.				
* Personal masculino				

Fuente: elaboración propia con base en anuncios publicados en portales de empleo electrónicos en la semana de referencia del 18 al 25 de octubre de 2020.

Entre las vacantes que pudieron relevarse, hay solicitudes de operarios para desarrollar funciones de selección, clasificación y manejo de residuos. En general se solicita un nivel de educación media o bachillerato, con experiencia de por lo menos seis meses y la remuneración ofrecida es de un salario mínimo, más las prestaciones correspondientes. Las solicitudes de personal más calificado se orientan a profesionales para el área de compras, con significativa experiencia en el área y la remuneración ofrecida más que duplica el salario mínimo.

Potencial de creación de empleos verdes

El trabajo creado en el sector de reciclaje, medido en relación al volumen de residuos generados, ha sido ampliamente documentado y a partir de la utilización de ciertos indicadores de uso difundido, se han generado consensos en torno a regularidades en el número de empleos generados. En tal sentido, existe evidencia de que, en términos de sistemas de tratamiento de residuos alternativos, la reutilización y restauración genera más empleo que el reciclaje, este más que el relleno sanitario y este más que la incineración.

Un informe de la **Agencia de Protección Ambiental** (EPA) de Estados Unidos dice que por cada 10.000 toneladas de productos y materiales residuales que se incineran se crearía un empleo, mientras que en el caso de que se enviaran a vertedero, serían seis los puestos de trabajo asociados. Sin embargo, si esa misma cantidad de material se recicla, se podrían crear hasta 36 empleos, frente a los más de 296 puestos de trabajo que se podrían generar en el sector de la restauración y la reutilización. Por otro lado, datos de la red belga de organizaciones de reutilización Komosie sugieren para este sector un **potencial de creación de empleo** incluso mayor, que rondaría los 800 puestos de trabajo por cada 10.000 toneladas de residuos.

Un informe del sitio especializado Stop Basura, presenta estimaciones de EE. UU. y la Unión Europea.

▶Cuadro 37. Puestos de trabajo creados en EE. UU. y la Unión Europea por cada 10.000 toneladas de residuos tratadas por año

Procedimiento	Puestos de trabajo por cada 10.000 ton/año	
	EE. UU.	UE
Reciclaje de residuos		250
Planta de recuperación de materiales	10	
Planta de reciclado de papel	18	
Planta de reciclado de vidrio	26	
Planta de reciclado de plástico	93	
Planta de compostaje	4	
Vertedero	1	20-40
Incineradora		10

Fuente: StopBasura, 2020

Para España, un reporte de Greenpeace (2010) encuentra los siguientes coeficientes para la creación de puestos de trabajo por cada 100.000 toneladas de residuos por año.

▶Cuadro 38. Creación de puestos de trabajo en función del sistema de tratamiento de residuos

Tipo de operación	Empleo por 100.000 toneladas/año
Reutilización de producto	
Reutilización de ordenadores	2.330 - 2.960
Recuperación textil	850-930
Reutilización de diversos bienes de consumo duradero	620-690
Reparación de plataformas de madera	280-310
Fabricación con base en reciclaje	
Fábricas de papel	180-190
Fábricas de vidrio	260-290
Fábricas de plástico	930-1020
Plantas convencionales de recuperación de materiales	100-110
Compostaje	40
Vertido	10

Fuente: Greenpeace, 2010

Para EE. UU. un reporte de 2008 señala que, aunque se trata de tonelajes relativamente pequeños de material, las actividades de reutilización y refabricación de RSU son particularmente intensivas debido a la mano de obra necesaria para el desmontaje, inspección, reparación/restauración, reensamblaje y pruebas (Tellus Institute y Sound Resource Management, 2008). Según este reporte, los coeficientes de empleo serían los siguientes:

▶Cuadro 39. Estimaciones de creación de empleo para distintas categorías de residuos, empleos creados por cada 1.000 toneladas.

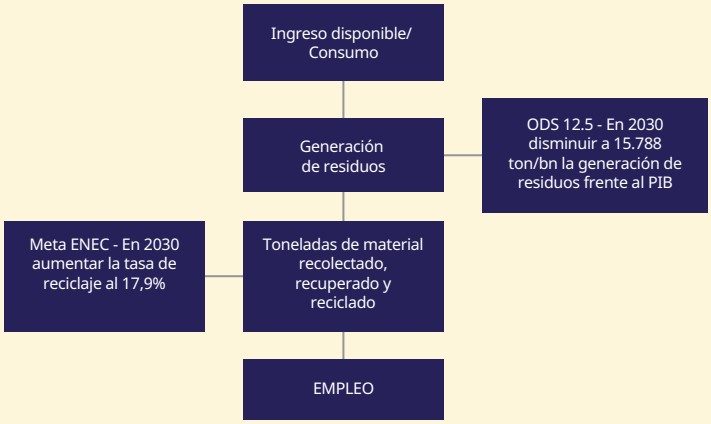
Procedimiento	Empleos por cada 1.000 toneladas
Procesamiento de reciclables	2
Procesamiento de residuos orgánicos	0,5
Utilización del papel, hierro y acero en industria manufacturera	4
Utilización de plástico en industria manufacturera	10

Fuente: con base en Tellus Institute y Sound Resources Management, 2008

Proyección de toneladas reciclables y creación de empleo en Colombia

En este informe se asume que el potencial de creación de empleo del sector se relaciona con la cantidad y composición de los residuos que se generen en los próximos años, además de su respectiva tasa de reciclaje. Asimismo, se considera que la generación de residuos depende del consumo, mientras que este es función del ingreso disponible. El volumen de residuos reciclados, por su parte, está influido por dos tendencias. Por un lado, existe la meta agregada que se expresa en la ENEC, de aumentar la tasa de reciclaje y nuevo aprovechamiento de un 8,60% reportado en 2015 a un 17,9% en 2030. Por otro lado, la Agenda de Desarrollo 2030 plantea el objetivo de reducir los residuos sólidos y productos residuales frente al Producto Interno Bruto (PIB) en 37%, al pasar de 24.932 toneladas por billón de pesos de PIB en 2015 a 15.788 en 2030. El gráfico a continuación lo muestra esquemáticamente.

▶Figura 3. Esquema de proyección del empleo al año 2030 – Sector de reciclaje



Fuente: elaboración propia.

Para una estimación del potencial de empleo se proyectan las variables relevantes: ingreso, generación de residuos y toneladas de residuos recolectados para su reciclaje o reutilización. El cuadro 40 a continuación muestra los valores estimados de las variables para el año 2030.

▶Cuadro 40. Proyección del PIB, generación y recolección de residuos al año 2030

Año	PIB (en COP billones de 2015)	Residuos generados (toneladas por billón de COP de PIB)	Residuos generados (toneladas)	Tasa de reciclaje (%)	Residuos recolectados para su reciclaje (toneladas)
	(1)	(2)	(3) = (1) x (2)	(4)	(5) = (3) x (4)
2030	1.133,6	15.788	17.897.418	17,9	3.203.638

Fuente: elaboración con base en datos de Minhacienda, 2020, y estimaciones propias.

Los valores exhibidos en el cuadro tienen la siguiente interpretación:

1. Siguiendo las proyecciones propuestas por Minhacienda (2020), el PIB en Colombia alcanzaría COP 1.133,6 billones en 2030, superando en 36% al PIB de 2020.

2. Según el ODS 12.5, los residuos generados en 2030 no deben superar las 15.788 toneladas por COP billón de PIB.

3. Para el valor de PIB proyectado corresponde una generación de residuos algo menor a 18 millones de toneladas.

4. De esos residuos, se deberá recolectar el 17,9%, según la meta establecida en la ENEC.

5. Esta tasa de reciclaje y nueva utilización arroja un total de 3.2 millones de toneladas de residuos recolectadas para su reciclaje y reutilización.

En síntesis, en 2030 se estarían recolectando 3.2 millones de toneladas de residuos para su reciclaje o reutilización. Esto implica una expansión de 455.000 toneladas respecto de lo que se colecta actualmente o un 17% más. A este tonelaje se aplican coeficientes de empleo para evaluar el potencial de creación de empleo.

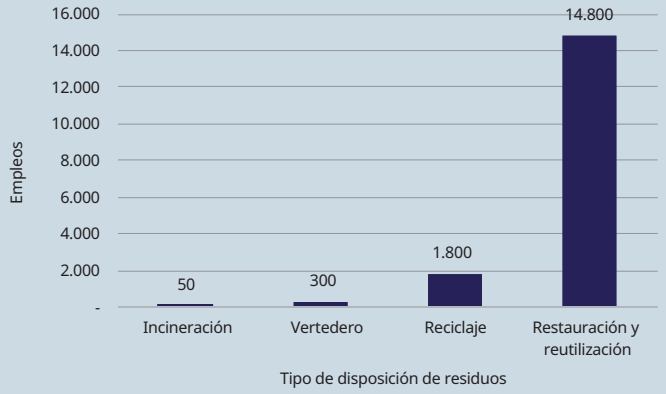
Estimación del empleo hacia 2030

En principio, puede afirmarse que el empleo en el sector podría verse incrementado en proporción semejante al aumento de los residuos, si se aplica un criterio de coeficientes de empleo. Esto equivaldría a una expansión del 17% del nivel inicial de 73.200 trabajadores, es decir, alrededor de 12.400 puestos de trabajo.

Sin embargo, los empleos que puedan generarse dependen de la composición de los residuos y de la posibilidad de dar a todos ellos un tratamiento de reciclaje adecuado. Como se desprende de los datos de los distintos informes, mientras que las fábricas de vidrio podrían demandar entre 260 y 290 empleos por cada 100.000 toneladas de residuo reciclado, las fábricas de plástico demandarían entre 930 y 1.020 empleos por igual cantidad de residuo (Greenpeace, 2010).

Para las 500.000 toneladas adicionales de residuos que se estarían recolectando para 2030, tomando los coeficientes por tipo de disposición del estudio de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, se tendría la siguiente escala de creación de puestos de trabajo:

▶Gráfico 22. Potencial de creación de empleo para 500.000 toneladas de residuos según tipo de disposición



Fuente: elaboración propia con base en indicadores extraídos de Rreuse.

Para el diferencial de toneladas de residuos que se espera recolectar para su reciclaje y reutilización hasta 2030, podrían generarse un número de puestos de trabajo de entre 1.800 y 14.800, dependiendo de la proporción de estos que se prepare para su reutilización. Por ejemplo, en el caso en que la mitad de los residuos se reciclara y la mitad pudiera prepararse para su reutilización, alrededor de 8.300 puestos de trabajo se crearían a partir de la disponibilidad adicional de residuos.

Los valores sugeridos son estimaciones agregadas que surgen de aplicar coeficientes genéricos a las proyecciones de producción. En tal sentido, no serían proyecciones determinísticas, sino que tienen el propósito de brindar una hipótesis de crecimiento del empleo.

Matriz insumo-producto

Otra dimensión del potencial de creación de empleo en el sector está dada por los resultados de estimaciones realizadas con una matriz insumo-producto para Colombia, que brinda información referida a la cantidad de empleos directos, indirectos e inducidos que podrían crearse ante un aumento unitario de la demanda final dirigida al sector (el anexo estadístico con el contenido de la Matriz Insumo-Producto se encuentra disponible a requerimiento).

▶Cuadro 41. Efecto empleo en los sectores de reciclaje

Sector de la MIP	Efectos directos e indirectos (*)				Efectos directos, indirectos e inducidos (*)			
	Efecto empleo 1	RDE 1	RIE 1	Multiplicador del empleo Tipo 1	Efecto empleo 2	RDE 2	RIE 2	Multiplicador del empleo Tipo 2
Recolección, tratamiento y disposición de desechos	11,3	3,9	7,4	2,87	15,7	3,9	11,8	4,00
Recuperación de materiales (reciclaje)	19,8	13,9	5,9	1,42	26,0	13,9	12,1	1,87

Fuente: elaboración propia con base en datos de MIP 2017 del DANE y datos de mercado laboral del DANE, años 2017, 2018, 2019, 2020.

En el sector de recolección, tratamiento y disposición de desechos, el análisis de insumo-producto muestra que, por cada empleo que se genere en el sector, el efecto multiplicador determina que el aumento final en toda la economía sea de 4 trabajadores. Los sectores que representan la mayor parte del gasto del sector, y los que mayormente captarán la creación de empleo indirecto, son los sectores de generación de energía eléctrica, transmisión de energía eléctrica y distribución y comercialización de energía eléctrica, actividades de servicios administrativos y de apoyo y coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividades de mezcla de combustibles.

En el sector de recuperación de materiales (reciclaje), el análisis de insumo-producto muestra que, si el empleo aumenta en 1 unidad, el efecto multiplicador determina que el aumento final en toda la economía sea de 1,87 trabajadores. Los sectores que representan la mayor parte del gasto del sector, y los que mayormente captarán la creación de empleo indirecto son los sectores de transporte terrestre y transporte por tuberías, actividades inmobiliarias y preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles; fabricación de otros productos textiles.

Seguridad y Salud en el Trabajo

La recolección de residuos es un trabajo que puede estar asociado a riesgos graves para la salud, el aislamiento social, actividades ilegales y crimen organizado. El siguiente es un resumen de las condiciones laborales que experimentan los trabajadores informales y las microempresas en las ocupaciones antes mencionadas. Algunos de estos son específicos de los

recicladores informales, mientras que otros, como la falta de documento de identidad o falta de acceso a servicios sociales, son habituales en otros sectores informales como los trabajadores a domicilio, los trabajadores agrícolas o los vendedores ambulantes.

Uno de los objetivos de la política pública del Gobierno es mejorar el nivel de inclusión de los recicladores de oficio como prestadores del servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento.

Una representante del sector informó que la accidentalidad más frecuente son las cortaduras e infecciones en la fase de recolección, y que estos riesgos se verían reducidos con una mayor separación de residuos en la fuente. Además, hay trabajadores que enferman de la columna por realizar movimientos de agacharse y por cargar pesos desmedidos. También hay un cuadro de enfermedades respiratorias por la inhalación repetida de los gases que emanan los residuos (Padilla, 2020). Los recicladores de oficio se enfrentan, además, con un riesgo biológico incrementado en el marco de la emergencia sanitaria.

Algunos prestadores reiteran la necesidad de sensibilizar a la ciudadanía en la separación de residuos desde la fuente, específicamente por el uso masivo de tapabocas, guantes de látex y caretas, dado que no deben disponerse en la bolsa de residuos aprovechables (bolsa blanca) (Acoplásticos, 2020a).

Conclusiones y recomendaciones

Las actividades de reciclaje y reutilización son fundamentales en la Economía Circular, ya que posibilitan el cierre del ciclo de los productos y la extensión de la vida útil de los materiales. Las tasas de reciclaje, aún en expansión, sugieren que el sector posee un enorme potencial para el desarrollo de procesos y tecnologías, así como para la generación de empleos en un rango amplio de niveles de calificación.

Del análisis del sector algunas recomendaciones podrían orientarse a:

1. Implementar medidas para lograr mayores niveles de separación de residuos en la fuente

Una de las principales demandas procedente de las asociaciones de recicladores apunta a la necesidad de alcanzar mayores niveles de separación de basura en la fuente. Según se mostró, una mayor separación en la fuente mejora la eficiencia en la actividad de aprovechamiento y mejora la probabilidad de los residuos de llegar al punto de venta sin contaminarse, mejorando el precio de venta de los materiales. En la actualidad y a nivel nacional, aproximadamente el 40% de los hogares separa los residuos.

2. Mejorar los canales de acceso a la industria final

Una de las limitaciones de las organizaciones es su falta de contacto con la industria final. Como se ha visto, las organizaciones no se especializan en procesos con valor agregado como la compactación y la pretransformación. El 62% de las organizaciones considera que una de las principales dificultades para venderle a la industria final es la falta de tecnología, ya que no pueden generarle valor agregado al proceso de recolección y almacenamiento. En la misma línea, las cantidades exigidas también son una gran restricción para llegar a la industria final. Las organizaciones carecen de la logística y el transporte requeridos para alcanzar los eslabones más altos de la cadena de comercialización. La falta de acceso a la industria final incide de manera negativa en todo el proceso de aprovechamiento desde su origen (SSPD, 2019).

3. Propiciar la comercialización de productos con mayor valor agregado

Análogamente, las organizaciones no cuentan con el capital para comprar maquinaria y poder comercializar productos de mayor valor agregado.

4. Apoyar el acceso de los trabajadores/as del reciclaje a los mecanismos de protección social

Otro de los grandes reclamos de las organizaciones de recicladores es la implementación de un sistema de seguridad social intermedio entre el sistema subsidiado por el Estado y el sistema contributivo.

Referencias

Entrevista remota a Nohra Padilla, Presidente de la Asociación de Recicladores de Bogotá.

Referencias bibliográficas

Acoplásticos, 2020a. Encuesta de precios del mercado de reciclaje en Colombia. Abril de 2020.

Acoplásticos, 2020b. Encuesta de precios del mercado de reciclaje en Colombia. Septiembre de 2020.

Documento CONPES 3530 – Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2008. Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos.

Documento CONPES 3874 – Consejo Nacional de Política Económica y Social 2016. Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos

Documento CONPES 3934 – Consejo Nacional de Política Económica y Social 2016. Política de crecimiento verde.

DANE 2017. Guía para la elaboración de la Cuenta Ambiental y Económica de Flujos de Materiales - Cuenta de Residuos.

DANE 2020. Primer Reporte de Economía Circular. Agosto 2020.

Gobierno de MEXICO, 2017. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Capítulo 7 – Residuos.

Gobierno de la Republica de Colombia, 2019. Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Bogotá D.C., Colombia. Presidencia de la República; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Greenpeace 2010. La incineración de residuos en cifras. Análisis socioeconómico de la incineración de residuos municipales en España.

Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental, 2002. Precios de los materiales recuperados a través de la pepena.

Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development;. Washington, DC: World Bank. © World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317 License: CC BY 3.0 IGO.

Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2020. Marco fiscal de mediano plazo 2020

Mitjans y Carmona, Oportunidades de creación de empleo en la mejora de la gestión de RAEE.

OIT 2018. Perspectivas Sociales y del Empleo en el Mundo 2018: Sostenibilidad medioambiental con empleo. Oficina Internacional del Trabajo – Ginebra: OIT, 2018

OIT PIT CNT 2017. Generación de empleos verdes en el manejo de residuos sólidos. Serie Notas Técnicas. Empleos verdes en Uruguay.

OIT 2019. La cadena de valor de los desechos electrónicos.

Saget, Catherine, Vogt-Schilb, Adrien y Luu, Trang (2020). El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Internacional del Trabajo, Washington D.C. y Ginebra.

SSPD – Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Departamento Nacional de Planeación 2019. Informe Sectorial de la Actividad de Aprovechamiento 2018.

Tecnalia 2018 Estudio en la intensidad de utilización de materiales y economía circular en Colombia para la Misión de Crecimiento Verde. Producto 1. Diagnóstico de eficiencia en el uso de materiales y cierre de ciclos en los sectores manufacturero y de construcción en Colombia: contraste frente a experiencias internacionales.

Tellus Institute y Sound Resource Management, 2008. More Jobs, less pollution: growing the recycling economy in the U.S.

UAESP 2014. Informe Caracterización de la población recicladora de oficio en Bogotá. Censo 2012.

Sitios web consultados

Emplea Verde, https://www.empleaverde.es/sites/default/files/publicaciones/creacion-empleo-raee.pdf

Mi reciclados http://mireciclados.com/blog/los-10-materiales-para-reciclar-mejor-pagados/

Semana Sostenible, 2020. https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/el-78-de-los-hogares-colombianos-no-recicla/44231

Observatorio del Reciclaje en Argentina, http://recicladores.com.ar/sitio/home/observatorio

Eco-cycle, https://www.ecocycle.org/zerowaste/jobs

Environmental Protection Agency, https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials

European Environment Agency, https://www.eea.europa.eu/airs/2018/resource-efficiency-and-low-carbon-economy/recycling-of-municipal-waste

Stop Basura, 2020 https://stopbasura.com/2020/03/04/reciclar-genera-empleo-menos-basura-mas-empleo/

5

Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos (RAEE)



- El Gobierno Nacional en cabeza del MADS formuló y promulgó la Política Nacional de RAEE en el año 2017. Esta Política recoge los principios, objetivos, componentes y acciones que estableció la Ley 1672 de 2013 y considera la situación y dinámicas actuales de los RAEE en Colombia y el resto del mundo.
- No se cuenta con datos oficiales acerca del empleo en el sector de gestión y recuperación de RAEE. Datos de EcoCómputo indican que este rubro, a través de siete (7) gestores RAEE contratados y un operador de reacondicionamiento, contribuye con un total de 634 empleos. Información adicional extraída de publicaciones especializadas sugiere que el sector podría haber creado alrededor de 2.600 empleos desde el inicio de la gestión de RAEE (Durán 2018, para Enter.Co).
- En cuanto a las cifras de producción, gestión y recolección, también se reportan en la literatura magnitudes dispares. El total de RAEE generado es estimado en 184 mil toneladas de residuos en el año 2019 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019). Por otra parte, datos del Informe de Gestión de EcoCómputo señalan que en 2019 el colectivo de empresas que forma ese programa posconsumo recolectaron 2.381 toneladas de RAEE, lo que supone un cumplimiento de la meta prevista de alrededor del 106% (EcoCómputo, 2021).
- La potencialidad de creación de empleos verdes en el sector está dada por la posibilidad de expandir la producción, a partir de un mayor aprovechamiento de los residuos y también por la posibilidad de transformar los empleos ambientales con déficit de trabajo decente existentes en empleos verdes. En este sentido, cabe destacar los avances de la legislación vigente, entre esta la Resolución 0312 de 2019 y el Decreto Único Reglamentario 1072 de 2015, que establecen disposiciones respecto a los roles y responsabilidades de cada actor institucional. En Colombia hay más de 60 gestores con la mayor capacidad de aprovechamiento, que cumplen con toda la normativa ambiental, laboral y administrativa.
- Al igual que otros flujos del sector de residuos, los trabajadores ocupados en la cadena de valor de los RAEE están expuestos a una variedad de sustancias peligrosas, que tornan imperativa la necesidad de auditar, controlar y vigilar el cumplimiento de las normas laborales. La referida consolidación del marco normativo contribuye al propósito de propiciar la creación de empleos verdes.

Desempeño del sector de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) son una de las corrientes de mayor crecimiento en el mundo, tanto en los países industrializados como no industrializados, con una tasa de crecimiento anual y global del 5 %. La rápida innovación tecnológica y la reducción del tiempo de vida de los aparatos, entre otros factores, contribuyen a este fenómeno.

En 2019 se generaron en el mundo aproximadamente 53,6 millones de toneladas métricas (Mt) de desechos electrónicos (excluidos los paneles fotovoltaicos), o 7,3 kg per cápita. Se estima que la cantidad de desechos electrónicos generado superará los 74Mt en 2030. Así, la cantidad de desechos electrónicos aumenta a un ritmo alarmante de casi 2 Mt por año.

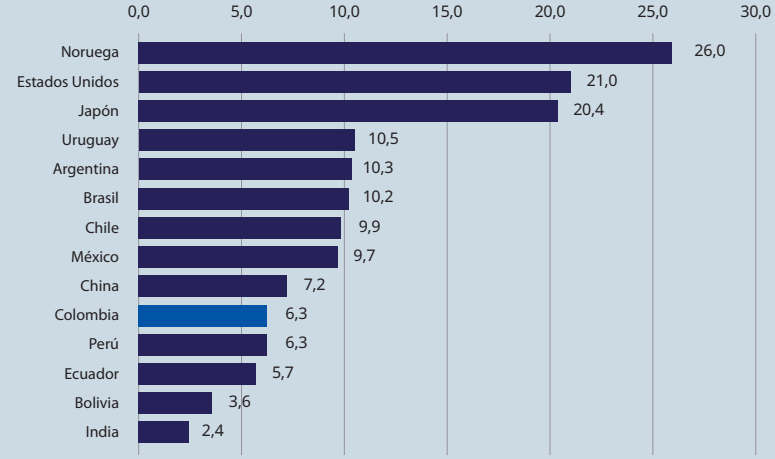
Durante 2019 se generaron en Colombia 318.000[1] toneladas de RAEE, o 6,3 kg por habitante (Forti et al., 2020). El Gráfico 22 muestra magnitudes de residuos electrónicos generados por habitante en 2019 para Colombia en comparación con otros países. De este modo, se observa que Colombia está cerca al promedio mundial y en el rango de algunos países latinoamericanos como Perú y Ecuador.

▶Recuadro 4. Los residuos de aparatos eléctricos o electrónicos

Se denomina aparato eléctrico o electrónico a todos los aparatos que, para funcionar debidamente, necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, además de los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos. Estos aparatos están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1.000 voltios en corriente alterna y 1.500 voltios en corriente continua. A su vez, se considera un residuo a los aparatos eléctricos y electrónicos "de los cuales su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse" (MADS, 2017).

1 Esta cifra presenta alguna discrepancia con respecto a los valores elaborados por otras fuentes para el mismo flujo. En particular, la ENEC informa que el total de RAEE generado es estimado en 184 mil toneladas de residuos en el año 2019 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019). En este apartado se mantiene el dato para mantener la comparabilidad con los demás países.

▶Gráfico 23. Generación de RAEE, en kg/habitante



Fuente: elaboración propia con base en Forti, Baldé, Kuehr y Bel, 2020.

Aunque ha habido un progreso considerable en los últimos 5-10 años, en América Latina solo unos pocos países lograron establecer leyes sobre residuos electrónicos. México, Costa Rica, Colombia y Perú son probablemente las fuerzas líderes en la región para la gestión ambientalmente racional de los desechos electrónicos y que en 2020 trabajaron para mejorar los sistemas ya establecidos (E-Waste Monitor, 2020).

En cuanto a los niveles de reciclaje y aprovechamiento, para Colombia existen datos dispersos para ciertas áreas geográficas o años determinados. En el ámbito local, un estudio de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá reveló que en 2010 la capital del país generó 21.959 toneladas de estos aparatos, de las cuales 1.400 (6,4%) fueron tratadas por empresas autorizadas para su manejo (Enter.co). Con datos más recientes aportados por ANLA, en el periodo 2012–2017 se recolectaron y trataron adecuadamente más de 18.000 toneladas de RAEE en 280 municipios de 29 departamentos del país (Gobierno de la Republica de Colombia, 2019). Finalmente, la ENEC informa que el porcentaje de recolección a través de los sistemas de recolección y gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos aprobados y en operación es del 15,3% del total generado, que ese mismo documento estima en 184.000 toneladas para 2019.

El establecimiento de un marco regulatorio para la recolección y recuperación de RAEE es relevante. Además de la motivación económica de recuperar el

valor de los materiales, existen motivaciones sanitarias y ambientales para intentar conseguir mayores tasas de recolección y reciclaje. La mayoría de los aparatos electrónicos contienen componentes como plomo, retardantes de llamas, mercurio y cromo. Estos materiales pueden causar daños a los riñones, la sangre y el sistema nervioso, si sus residuos no se manejan de una forma segura (EcoCómputo, 2019).

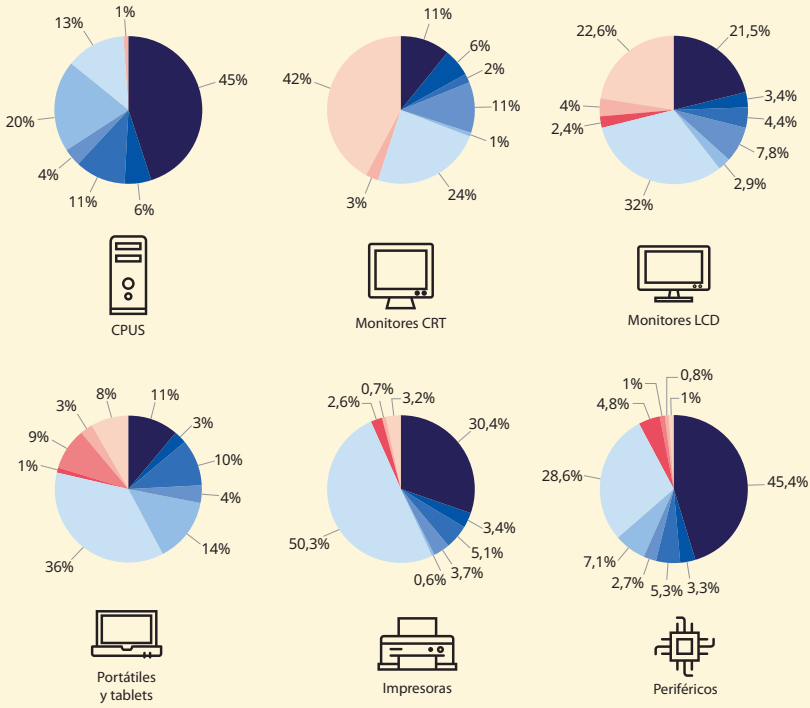
La composición de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) es muy diversa y puede contener más de 1.000 sustancias diferentes, que caen bajo las categorías de "no peligrosas" y "peligrosas". En términos generales, en los RAEE se encuentran metales ferrosos y no ferrosos, plásticos, vidrio, madera, tarjetas de circuito impreso, cerámica, caucho y otros artículos. El hierro y el acero constituyen aproximadamente el 50% de los RAEE seguidos por los plásticos (21%), los metales no ferrosos (13%) y otros constituyentes (Gráfico 2). Los metales no ferrosos consisten en metales como el cobre, el aluminio y metales preciosos como la plata, el oro, el platino y el paladio (United Nations Environmental Programme, 2007).

La figura 4 extraída de Ecocómputo muestra los elementos que componen distintos tipos de aparatos, entre ellos CPUs, monitores CRT, monitores LCD, portátiles y tablets, impresoras y periféricos.

Por la posibilidad de recuperar sus componentes, los RAEE tienen una significativa capacidad de contribuir con los objetivos de la Economía Circular. La actual tasa de recolección y reciclaje formal, documentada en 17,4% a nivel mundial, representa un potencial de recuperación de materias primas de USD $10 mil millones y 4Mt de materias primas secundarias que estarían disponibles para su reciclaje. Considerando solo el hierro, el aluminio y el cobre, además de comparar las emisiones resultantes de su uso como materias primas vírgenes o materias primas secundarias, su reciclaje ha ayudado a ahorrar hasta 15 Mt de emisiones de CO_2 equivalente en 2019.

El flujo de residuos de AEE ofrece importantes oportunidades de empleo e ingresos, especialmente cuando se considera junto al amplio margen para expandir la tasa de recuperación actual y el valor económico de los componentes recuperados.

▶Figura 4. Elementos que componen distintos tipos de aparatos eléctricos y electrónicos



Fuente: EcoCómputo, 2020.

Tendencias globales de aprovechamiento de RAEE

Los niveles de recuperación formal de RAEE a nivel global son bajos. El Reporte de E-Waste Monitor para 2020 estima que en 2019 el 82,6% de los desechos electrónicos generados probablemente no se recolectó de manera formal y no fue gestionado racionalmente para el medio ambiente. La falta de datos sobre la basura electrónica recogida y reciclada implica que la mayor parte de los residuos electrónicos generados en 2019 fueron gestionados fuera del sistema de recolección oficial y, en algunos casos, enviados a países en desarrollo (E-waste monitor, 2020).

En 2019, Europa fue la región que documentó la mayor cantidad de desechos electrónicos adecuadamente recolectados y reciclados. Con 5.1 toneladas métricas, esto representó aproximadamente el 43% de la generación total de desechos electrónicos en el continente. En África, solo se documentaron 0,03 toneladas métricas.

En Noruega, la tasa de reciclaje de RAEE en 2017 alcanzó el 49,3%, tras haber superado en 2015 el 50% por primera vez. En España durante 2017 los sistemas colectivos para la gestión de los RAEE recuperaron casi 247.000 toneladas del residuo. Esta cifra representa un 48,7% de la media de los aparatos puestos en el mercado en los tres últimos años, logrando así superar los objetivos de recogida obligatorios (45%) establecidos para este tipo de residuos (Residuos profesional, 2018). En Estados Unidos el 15% de los RAEE fue documentado para recolección y reciclado adecuado. Esta tasa es considerablemente mayor a cualquier otra alcanzada en las Américas (Tiseo 2020, for Statistica).

Efectivamente, para los países en desarrollo las cifras de recolección y recuperación de RAEE caen notablemente. En Argentina, se recupera entre 3% y 4% de los RAEE que se generan anualmente (Maffei y Burucúa, 2020).

Tendencias globales en generación de empleo en el sector de RAEE

Se calcula que la gestión y el reciclaje de desechos sólidos proporciona empleo a entre 19 y 24 millones de mujeres y hombres en todo el mundo, de los cuales 4 millones trabajan en el sector formal de desechos y reciclaje. No obstante, debido a la falta de datos y a los problemas que plantea la definición usada de equipo eléctrico y electrónico, no es posible dar una cifra global del empleo en el subsector de los desechos eléctricos y electrónicos (OIT, 2019b).

La gestión de RAEE es una actividad intensiva en mano de obra, en la que la clasificación y el desmontaje manual resultan normalmente más eficaces que los procesos automatizados para extraer y crear valor (OIT, 2019b). Sin embargo, hay disparidad entre las cifras de empleo que se citan en la bibliografía.

En 2001, el Departamento de Comercio y Oportunidad Comercial de Illinois (EE.UU.) realizó un estudio sobre cuántos puestos de trabajo podrían crearse en la gestión de residuos electrónicos. Según esta entidad, cada 1.000 toneladas de productos electrónicos pueden crear 200 empleos en actividades de reparación para su posterior reutilización, mientras que su gestión en vertedero crearía menos de un empleo. Por otro lado, reciclar la misma cantidad de productos crearía unos 15 empleos.

Un estudio de 2021 de RREUSE provee valores más recientes e indica que por cada 1.000 toneladas recolectadas de RAEE, se crean entre 60 y 140 empleos, contabilizando trabajadores con contratos laborales (excluyendo trabajadores voluntarios y aprendices). La preparación para la reutilización de RAEE, que implica la recogida, transporte, almacenamiento, reparación y venta de máquinas eléctricas/electrónicas, puede generar entre 60 y 140 puestos de trabajo por cada 1.000 toneladas recogidas con vistas a su reutilización, según el producto específico. Dependiendo del producto, composición de la fuerza laboral y la tecnología disponible o crecimiento en el mercado tecnológico, entre otros factores. Por ejemplo, la intensidad del empleo por cada 1.000 toneladas es mayor para los productos de tecnología de información y comunicaciones (TIC) que para los electrodomésticos debido a la diferencia relativa de masa entre las categorías de productos (RREUSE, 2021).

El correcto tratamiento y reciclaje de residuos (global, no solo de los RAEE) genera entre cinco y siete veces más empleos que el tratamiento por incineración y diez veces más que el depósito en vertedero. Así, se calcula que por cada 10.000 toneladas de residuos se necesitan hasta 250 puestos de trabajo en comparación con los veinte a cuarenta puestos de trabajo necesarios si se incineran los residuos y diez si los residuos se disponen en vertederos/rellenos sanitarios (MADS, 2017). Existe evidencia de que la preparación para la reutilización de 1.000 toneladas de RAEE genera cinco veces más empleos que su reciclado (MADS, 2017).

En los últimos años se vienen realizando estimaciones en distintos países con distintas metodologías y resultados muy variables. El Informe de la OIT para el Foro de Diálogo sobre RAEE y trabajo decente señala algunos de estos estudios: en el Reino Unido por cada mil toneladas de RAEE se generan 40 puestos en recolección y clasificación; en Kenia, por cada tonelada de RAEE gestionada se genera un puesto de trabajo (OIT, 2019b). En España, por otra parte, se estima que para mil toneladas de RAEE se generan 15 puestos de trabajo si se recuperan los materiales y 200 puestos si se refuncionalizan (Gobierno de España, 2015).

Los coeficientes de empleo encontrados en la literatura han variado a lo largo del tiempo, probablemente debido a aumentos de productividad en los procesos de recolección y tratamiento de esta clase de residuos. Los reportes que asociaron el empleo al tonelaje de residuos tratado muestran los siguientes valores:

▶Cuadro 42. Empleos generados por cada 1.000 toneladas de RAEE

Tratamiento	Empleos por cada 1.000 toneladas de RAEE
Reutilización	200 – 250
Recolección/Clasificación/Reciclaje	1 - 15 - 25 – 40
Vertedero	1

Fuente: elaboración propia

En Argentina el trabajo de recolección y reciclaje lo realiza un grupo pequeño de empresas privadas e iniciativas de economía social y solidaria (ESS) que, en conjunto, generan algo más de 200 puestos de trabajo registrados. A esto se agregan los trabajadores de cooperativas de recicladores que recuperan ocasionalmente RAEE y, al menos, 2.000 trabajadores informales que realizan tareas de recolección, clasificación, desensamblado y recuperación de materiales en condiciones de gran precariedad (Maffei y Burucua, 2020). Si se consideran las actividades de reparación de equipos, en conjunto, la actividad crea unos 34,1 mil puestos de trabajo, de los cuales la mayoría (84%) son informales, desde una perspectiva amplia que incluye en esta categoría a los asalariados que no realizan aportes al sistema de seguridad social, los trabajadores por cuenta propia y al trabajo no remunerado (OIT, 2019).

Para India, un informe de la CFI del Banco Mundial evalúa que para 2025 podrían crearse 450.000 empleos directos en el sector y 180.000 más en transporte y manufactura (The Economic Times, 2019). En Estados Unidos se estima que, por cada trabajo en la exportación de productos de desecho, se pueden crear siete puestos de trabajo en la industria del reciclaje (E-cycle environmental, 2011).

Sin embargo, la gran mayoría de los empleos del sector son informales, con fuertes déficits de trabajo decente y realizados en condiciones de alta peligrosidad y riesgo para los trabajadores. En la actualidad se desconoce el número total de personas que trabajan informalmente en el sector de los desechos electrónicos a nivel global. Según la OIT en Nigeria, se cree que hasta 100.000 personas trabajan informalmente en la basura electrónica, mientras que en China ese número podría ser de 690.000. La actualización y formalización del sector hacia una industria en la que las plantas de reciclaje formales proporcionen trabajo seguro y decente para miles de trabajadores es una gran oportunidad (Pace and WEF, 2020).

En cuanto a la composición por género, según la experiencia argentina, el relevamiento realizado muestra que la presencia de varones es casi exclusiva

en todos los eslabones de la cadena. En las empresas más grandes, cuando hay mujeres, estas ocupan puestos gerenciales o administrativos.

Normativa

El Gobierno Nacional, en cabeza del MADS, formuló y promulgó la Política Nacional de RAEE en el año 2017. Esta Política recoge los principios, objetivos, componentes y acciones que estableció la Ley 1672 de 2013 y considera la situación y dinámicas actuales de los RAEE en Colombia y el resto del mundo.

Dentro del alcance de la Estrategia nacional de Economía Circular, se priorizan los ciclos de materiales de acero, residuos peligrosos y especiales y aparatos electrónicos por el volumen e importancia para la economía nacional. Además, se establecen mecanismos para potencializar lo programas existentes (Gobierno de la Republica de Colombia, 2019).

- **Ley 1672 / 2013:** establece que los productores de los aparatos eléctricos y electrónicos deben establecer los sistemas de recolección y de gestión ambientalmente seguros de los residuos de los productos puestos por ellos en el mercado.
- **Resolución 1511 de 2010:** por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones.
- **Resolución 1512 de 2010:** por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos y se adoptan otras disposiciones.
- **Resolución 1297 de 2010:** por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones.
- **Decreto 284 de 2018:** su ámbito de aplicación va dirigido a los productores, comercializadores, usuarios o consumidores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) y los gestores de RAEE, así como a las autoridades involucradas en la gestión integral de los aparatos y sus residuos, respecto a los roles y responsabilidades de cada actor institucional.

Objetivos, metas e indicadores para el sector de RAEE

En el marco de la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) se establecieron para el sector de RAEE y residuos peligrosos (RESPEL) los siguientes indicadores y metas:

▶Cuadro 43. Indicadores y metas del sector RAEE y RESPEL en la ENEC

Indicador	Meta
1. Número de corrientes o subcategorías de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos regulados bajo la responsabilidad extendida al productor	A 2022 contar con 17 corrientes o subcategorías de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos reguladas bajo la responsabilidad extendida al productor
2. Toneladas de residuos recolectados y gestionados de computadores y periféricos, lámparas fluorescentes, pilas y acumuladores, baterías usadas plomo ácido, envases de plaguicidas y medicamentos vencidos, bajo el principio de la responsabilidad extendida del productor	122.545 toneladas de residuos gestionados en el periodo 2019-2022
3. Toneladas de materiales recuperados y reciclados provenientes de 100.000 refrigeradores sustituidos.	6.000 toneladas métricas de materiales recuperados y reciclados para 2022
4.Toneladas gestionadas de refrigerantes controlados por el Protocolo de Montreal para su reutilización.	10 toneladas métricas (14.600 toneladas de CO_2 equivalentes) de refrigerantes recuperados para 2022

Fuente: con base en ENEC, 2019

Las metas y objetivos apuntan a ampliar el sistema de recolección y aprovechamiento de RAEE, ampliando las categorías de residuos reguladas y las toneladas con tratamiento adecuado.

Empleo verde en el sector de RAEE

En las Cuentas Nacionales que utilizan la CIIU4, el empleo en este sector, junto a la recuperación de otros flujos de residuos, se encuentra comprendido en la Clase 3830 (Recuperación de materiales) (Ver reciclaje sección general).

Según la CIIU4, revisada para Colombia, la clase 3830 incluye:

El procesamiento de desechos metálicos y no metálicos, chatarra y otros artículos para convertirlos en materias primas secundarias, por lo general mediante procesos de transformación mecánicos o químicos.

La recuperación de materiales a partir de una corriente de desechos por medio de:

- La separación y clasificación de materiales recuperables de corrientes de desechos no peligrosos (ej: basura).
- La recuperación, separación y clasificación en categorías distintas de materiales recuperables mezclados, como: papel y cartón, y de artículos

de papel o cartón, plásticos, productos metalúrgicos y metalmecánicos, de hierro, acero y de otros metales no ferrosos.

En la infografía a continuación (EcoCómputo, 2020) se describen los procesos con que se lleva a cabo la gestión de los residuos, que abarcan la recepción, el desensamble y reacondicionamiento, el almacenamiento de los materiales y el aprovechamiento o disposición final.

▶Figura 5. Procesos para la gestión de residuos



1. RECEPCIÓN
Recibimos los residuos, a través de nuestros gestores, quienes verifican el estado de los computadores y/o periféricos, los separan de acuerdo a sus características y categorías para poder ingresar al proceso de desensamble y reacondicionamiento.

2. A. DESENSAMBLE
Para este proceso los operadores separan las principales partes que conforman los residuos de computadores y/o periféricos, los cuales se clasifican de forma general en: plásticos, vidrio, tarjeta de circuito impreso, metales ferrosos, no ferrosos y fracciones peligrosas.





2. B. REACONDICIONAMIENTO
Constituye un proceso técnico de renovación y restauración de computadores en los cuales restablecemos completamente las condiciones funcionales y estéticas de un equipo en desuso de tal forma que pueda empezar un nuevo ciclo de vida.

3. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES
Luego de separar los principales componentes de los residuos, se realiza un almacenamiento controlado y temporal, para posteriormente enviarlos a procesos de aprovechamiento o disposición final.





4. APROVECHAMIENTO O DISPOSICIÓN FINAL
A través de procesos de fundición, refinación e incineración, logramos que los componentes de los residuos tecnológicos puedan ser aprovechados en diferentes sectores como la metalurgia, siderúrgica o para ser reincorporados al ciclo de vida productivo. Los materiales peligrosos y los no aprovechables, los entregamos a gestores que se encargan de darles el manejo adecuado y a empresas de aseo respectivamente.

Fuente: EcoCómputo, 2020.

Algunos ejemplos de los procesos de transformación mecánica o química que se llevan a cabo son:

El desmantelamiento de automóviles, computadoras, televisores y otros tipos de equipo con el fin de recuperar materiales.

Como el dato se presenta agregado con el resto de la actividad de recolección y recuperación de materiales y los RAEE no son contabilizados dentro del flujo general de residuos sólidos urbanos, no es posible estimar el empleo mediante la participación del residuo en el flujo total.

Un conjunto de estimaciones independientes, elaboradas por actores claves de la actividad, dan cuenta de la magnitud del empleo en el sector.

Desde el inicio de la gestión de RAEE en Colombia, se han generado cerca de 2.600 empleos en ciudades como Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Medellín y Pereira. Son empleos que van desde la logística, que organizan eventos para recolectar RAEE, hasta operadores, que desensamblan los residuos para separar los materiales según su tipo (Enter.co).

Para el caso de la Corporación EcoCómputo, en los procesos de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de este tipo de residuos, a través de siete (7) gestores RAEE contratados y un operador de reacondicionamiento, se contribuye con un total de 634 empleos en las ciudades de Barranquilla, Bogotá, Candelaria, Cota, Dosquebradas, Funza, Girón, Itagüí, Medellín, Mosquera y Yumbo. De los cuales el 22,4% son mujeres y el 77,6% son hombres. (EcoCómputo, 2020) (ver recuadro 5).

▶Recuadro 5. Proceso de reciclaje adecuado

El reciclaje adecuado o formal de desechos electrónicos generalmente implica desmontar los componentes electrónicos, separar y categorizar el contenido por material y limpiarlo. Luego, los trozos se trituran mecánicamente para su posterior clasificación con tecnologías de separación avanzadas. Las empresas deben adherirse a las normas de seguridad y salud, además de utilizar tecnologías de control de la contaminación que reduzcan los peligros para la salud y el medio ambiente del manejo de los desechos electrónicos. Todo esto encarece el reciclaje formal. Como resultado, muchas empresas y países exportan ilegalmente sus desechos electrónicos a países en desarrollo donde el reciclaje es barato (Earth Institute, 2020).

En 2013, según datos del Centro Nacional de Producción Más Limpia, en Colombia el sector formal de los RAEE empleaba a 600 personas de manera directa por cuenta de los planes posconsumo de residuos que ya están en marcha en el país y de la infraestructura asociada a las obligaciones de la normativa de computadores, que funciona desde hace unos años (Minambiente, 2017).

De acuerdo con cifras reportadas por la ANLA, 295 empresas importadoras y fabricantes nacionales que tienen una participación en el mercado colombiano de alrededor del 80% de las corrientes reguladas (pilas, acumuladores, computadores, periféricos y bombillas), conformaron, a 2018, 100 sistemas de recolección y gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que tuvieron cobertura en 280 municipios de 29 departamentos del país, con la instalación de más de 7.700 puntos fijos de recolección y centros de acopio. Esto ha permitido recolectar, en el periodo 2012-2017, más de 18.000 toneladas de RAEE, además de darle a estos residuos un manejo ambientalmente adecuado a través de 39 empresas gestoras licenciadas. Se estima que en 2019 el total de RAEE generado fue de 184 mil toneladas de residuos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019). Asimismo, para 2026 la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos llegará a aproximadamente 216 mil toneladas anuales, lo que representará un crecimiento del 18% en 7 años, es decir, un 2,2% anual (fuente: Gobierno de la Republica de Colombia, 2019).

En cuanto a la composición por género, no se cuenta con datos desagregados para esta corriente de residuos en Colombia.

▶Estudio de caso 6. Computadores para Educar – CENARE (Centro Nacional de Aprovechamiento de Residuos Electrónicos)

Computadores para Educar es el programa del Gobierno Nacional que impulsa la innovación educativa mediante el acceso, uso y apropiación de la tecnología en las sedes educativas del país. Asimismo, y a través del componente de sostenibilidad ambiental, gestiona los residuos electrónicos para su reutilización en proyectos de robótica educativa. El programa recibe los computadores de empresas privadas, instituciones públicas y personas naturales. Además, tiene cinco centros de reacondicionamiento: Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Cúcuta (Ott, 2008). Dentro del objetivo estratégico de reducir el impacto negativo que ocasionan las TIC sobre el medio ambiente, se prevé:

1. Retomar 15.000 terminales en desuso, reduciendo el impacto negativo en el medio ambiente.
2. Demanufacturar 190 toneladas de residuos eléctricos y electrónicos provenientes de la retoma en las sedes educativas del país.
3. Capacitar 1.000 personas de la comunidad en la correcta disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Fuente: Gobierno de Colombia, Presidencia de la Nación

▶Estudio de caso 7. Corporación EcoCómputo

La Corporación EcoCómputo es una entidad sin ánimo de lucro que representa a 51 compañías del sector y es la encargada de administrar el Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos. Este es un instrumento de control y manejo ambiental que contiene los requisitos y condiciones para garantizar la recolección selectiva y gestión ambiental de los residuos de tecnológicos por parte de los productores. La Corporación logra esto mediante la coordinación de los procesos de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de este tipo de residuos y sus fracciones, como respuesta a la iniciativa del Gobierno Nacional de impulsar la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y en cumplimiento de la normativa ambiental colombiana vigente.

Bajo los valores corporativos de responsabilidad, liderazgo y dinamismo, en desarrollo de las acciones del Plan Estratégico 2018-2021, EcoCómputo ha implementado los siguientes aspectos:

1. Prevenir los impactos y riesgos de los residuos de computadores:
   a. Investigación sobre hábitos de consumo que permitan establecer acciones para aumentar la recolección de estos residuos.
   b. Establecimiento de mecanismos para una mejor cultura ambiental.
   c. Desarrollo de criterios en pro de una mejor gestión de los residuos.
2. Realizar una gestión integral óptima de los residuos de computadores:
   a. Desarrollo de un sistema integrado de gestión (SIG).
   b. Desarrollo de instrumentos para mejorar el desempeño en las plantas de procesamiento de RAEE y crear más empleos verdes.
   c. Establecimiento de un sistema de indicadores con objetivos de sostenibilidad.
3. Promover acciones de integración con otros actores:
   a. Consolidación de acciones con la Red Nacional de Formación Ambiental de Colombia.
   b. Gestión conjunta con otros grupos empresariales.
   c. Implementación de compromisos con mesas de gobierno (nacional y regional).
   d. Consolidación de iniciativas conjuntas con otras organizaciones gemelas.

Fuente: EcoCómputo, 2020.

Puestos sin cubrir

Son puestos de trabajo para los que existe una búsqueda activa y que se anuncian para ser cubiertos de manera inmediata con un trabajador ajeno a la empresa. Un puesto vacante puede deberse a la necesidad de reemplazar a un trabajador o a la necesidad de la empresa de ampliar su fuerza de trabajo para hacer frente a una mayor producción.

El cuadro 44 muestra ejemplos de puestos sin cubrir para el sector de RAEE, según un relevamiento realizado en portales electrónicos de anuncios de empleo en la semana de referencia.

▶Cuadro 44. Características de algunos puestos vacantes en la semana de referencia en el sector de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Nombre del puesto	Requisitos de educación	Requisitos de experiencia	Remuneración ofrecida COP	Remuneración ofrecida SM
Operario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	No se especifica	24 meses-manejo de equipos	877.803 1.000.000	1,00 1,14
Ensamblar prototipos y pequeñas series, de acuerdo a los requerimientos de los clientes y normatividad técnica. Inspeccionar los ensambles electrónicos teniendo en cuenta el procedimiento establecido. Instalar partes, componentes, alambres, conductores para ensambles, subensambles, usando pequeñas herramientas mecánicas y manuales. Operar máquinas automáticas y semi automáticas para colocar, soldar y limpiar componentes ordenados sobre tablero de circuitos impresos. Desensamblar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos siguiendo normas aplicables. Soldar y ensamblar manualmente componentes electrónicos sobre tableros de circuitos impresos de acuerdo a requerimientos técnicos. Manejo de herramientas manuales, eléctricas, automatismo, señales de fuerza (tablero eléctrico).				
Operario manejador de residuos	No se especifica	3 años en las funciones especificadas	No se informa	No se informa
Almacenar RESPEL y RAEE adecuadamente y dar oportuno aviso para el tratamiento y disposición. Recolectar de manera adecuada los residuos generados por la organización.				

Fuente: elaboración propia con base en anuncios de puestos vacantes publicados en portales electrónicos de empleo durante la semana del 5 al 9 de octubre de 2020.

Se relevaron solicitudes para el puesto de operario, sin requisitos de educación formal especificados, aunque sí con requisitos de experiencia en posiciones semejantes. Solo en unos se informa la remuneración ofrecida, en entorno al salario mínimo.

Potencial de creación de empleo verde en el sector de RAEE

Como se da en las distintas corrientes de residuos, el potencial de creación de empleo verde está determinado no solo por la posibilidad de aprovechar una mayor cantidad de residuos, sino también por la posibilidad de transformar en decentes los empleos ambientales ya existentes.

Hacia el año 2022 las metas para el sector de RAEE de la ENEC prevén:

1. Gestionar 122.545 toneladas de RAEE.

2. Recuperar y reciclar 6.000 toneladas métricas de materiales.

3. Recuperar 10 toneladas métricas de refrigerantes.

Según se desarrolló más arriba, las actividades de recolección, clasificación y reciclaje generan entre 1 y 40 empleos por cada 1.000 toneladas de residuos, mientras que la cifra podría llegar a 200 si los componentes fueran refuncionalizados y preparados para su reutilización. A su vez, el trabajo de RREUSE reporta coeficientes de entre 60 y 140 trabajadores por cada 1.000 toneladas de RAEE colectados para su reutilización. De esta forma, las 122.545 toneladas que se prevé tratar para 2022 podrían traducirse en un rango de ocupación de entre 7.350 y 17.150 puestos de trabajo si todo el volumen recuperado fuera reciclado, y en un número aún mayor de empleos si parte del volumen recuperado que se prepara para su reutilización.

Cabe destacar que los trabajos en el sector de recuperación tienen el riesgo adicional de los componentes peligrosos, de manera que las tareas de control y auditoría sobre las actividades son imperiosas para propiciar la creación de empleos verdes.

Seguridad y Salud en el Trabajo

Las actividades de recuperación y reciclaje de los RAEE pueden conducir a la exposición directa o indirecta de los trabajadores a una variedad de sustancias peligrosas, contenidas en los aparatos eléctricos y electrónicos o formadas y liberadas por prácticas inseguras de reciclaje. La exposición directa implica el contacto de la piel con sustancias peligrosas, la inhalación de partículas finas y gruesas y la ingestión de polvo contaminado. Las personas que directamente participan en el reciclaje de los RAEE sin elementos de protección personal incurren en altos niveles de exposición ocupacional directa (Lundgren, 2012).

En muchos casos, en Colombia las *técnicas* inseguras de recuperación, utilizadas para extraer materiales valiosos, a menudo aumentan el riesgo de exposición a sustancias peligrosas, sobre todo a actores informales. Frecuentemente, se evidencia una falta de tratamiento adecuado de los gases durante procesos de reciclaje, de manera particular en la fundición (MADS, 2017).

Un estudio internacional con participación de investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ha constatado que el desmantelamiento de residuos electrónicos expone a contaminantes peligrosos para la salud. El trabajo revela el riesgo que suponen algunos compuestos que se usan en aislamiento de cables, carcasas de plástico, paneles LCD y tableros de circuitos de equipos eléctricos y electrónicos.

▶Recuadro 6. Sistema de Gestión de Salud y Seguridad en el Trabajo

Para el caso colombiano, EcoCómputo ha implementado el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajoo (SG-SST), en cumplimiento de la normativa colombiana vigente, es decir, la Resolución 0312 de 2019 y el Decreto Único Reglamentario 1072 de 2015.
Se ha cumplido con los estándares mínimos del SG-SST, teniendo en cuenta el tamaño y nivel de riesgo de la organización. Además, gracias a las actividades de evaluación, intervención y capacitación se ha logrado una participación del total de los colaboradores y contratistas.
Para la mejora constante del Sistema Integrado de Gestión en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo se contemplan, entre otras, las siguientes acciones:

1. Revisión del plan anual de trabajo y capacitación.
2. Formular recomendaciones para el mejoramiento del SG-SST.
3. Desarrollo de inspecciones de seguridad en las instalaciones.
4. Rendición de cuentas sobre su desempeño.
5. Propuestas de actividades que promuevan la salud y estilos de vida saludable.
6. Capacitaciones en Seguridad y Salud en el Trabajo.
7. Mecanismos de participación, consulta y comunicación con los colaboradores.

Las conclusiones del trabajo refuerzan la preocupación creciente sobre la exposición y el contacto de los trabajadores con residuos electrónicos, especialmente en los países en desarrollo, donde no cuentan con equipos de protección adecuados. Sin embargo, no es un problema exclusivo de estos países, ya que un estudio previo realizado en una instalación canadiense arrojaba niveles de contaminantes incluso superiores.

Conclusiones y recomendaciones

Los flujos de RAEE experimentaron gran crecimiento en los últimos años y se espera que continúen expandiéndose. La posibilidad de recuperar el valor de sus componentes y de cerrar el ciclo de vida de los productos brindan oportunidades económicas de relevancia, a lo que se agrega la preocupación ambiental por la inadecuada disposición de los residuos y la oportunidad para crear empleos.

En la actualidad, hay un importante número de trabajadores empleados en el sector. Sin embargo, el manejo inadecuado y la falta de elementos de protección personal para su tratamiento, por parte del sector informal (teniendo en cuenta que algunos de los componentes de los aparatos pueden generar riesgo), representa un desafío para la creación de empleo decente, aunque, para el caso de la normativa colombiana vigente (Resolución 0312 de 2019 y Decreto Único Reglamentario 1072 de 2015) se establece la obligatoriedad de implementar Sistemas de Gestión de Salud y Seguridad en el Trabajo.

En cuanto a la composición por género, además de los datos de EcoCómputo, que muestran una amplia mayoría de trabajadores varones, no se cuenta con datos directos del sector. Experiencias de otros países sugieren que la presencia de trabajadoras es restringida en este segmento de la recuperación de residuos y el reciclaje.

Las metas de expansión de los procesos de valorización y aprovechamiento de residuos pueden generar varios miles de empleos, que serán más cuanto mayor proporción de los residuos se prepare para la reutilización en comparación con el reciclaje. En este sentido, se destaca el proyecto de normativa a ser sancionada por el Gobierno colombiano en el corto plazo, que propende por la ampliación del espectro para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (3 categorías, 17 subcategorías y 238 partidas arancelarias), estableciendo la base para la protección del medio ambiente, la creación de empleos verdes y la transferencia tecnológica.

La eficiencia de los materiales, la infraestructura de reciclaje y la ampliación del volumen y la calidad de los materiales reciclados para satisfacer las necesidades de las cadenas de suministro de productos electrónicos serán fundamentales. Si el sector, en general, cuenta con el apoyo de la combinación de políticas públicas adecuada y se gestiona de la manera correcta, podría conducir a la creación de millones de puestos de trabajo decentes en todo el mundo.

Referencias bibliográficas

Cho, R., 2018. What Can We Do About the Growing E-waste Problem? General Earth Institute, Columbia Climate School.

Economía Circular y Minería Urbana, undated. “Los peligros para la salud del desmantelamiento de residuos electrónicos”.

Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. 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) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam.

GITEI – Grupo de Investigación Tecnología para la Innovación y la Educación y Universidad Nacional de Colombia 2018, “Informe final del estudio de medición y evaluación de impacto de CPE 2014-2018

Gobierno de Colombia, Presidencia de la Nación. Computadores para Educar.

Gobierno de España, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Fundación Biodiversidad, Programa Emplea Verde, Unión

Europea y Gremi de Recuperació de Catalunya, "Oportunidades de creación de empleo en la mejora de la gestión de RAEE".

Maffei Laura y Andrea Burucua 2020. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y empleo en la Argentina. OIT

Mads – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017. Política nacional para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2010). Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Organización Internacional del Trabajo, 2019. Estimación del empleo verde en Argentina. La cadena de valor de los desechos electrónicos.

Organización Internacional del Trabajo, 2019. Trabajo decente en la gestión de los desechos eléctricos y electrónicos. Documento temático para el Foro de Diálogo Mundial sobre el Trabajo Decente en la gestión de los desechos eléctricos y electrónicos. Ginebra.

Ott, Daniel, 2008. Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia. Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares.

PACE – Platform for Accelerating the Circular Economy and World Economic Forum (WEF) 2020. "A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot".

Rreuse, 2015. Briefing on job creation potential in the re-use sector.

Rreuse, 2021. Briefing, Job Creation In The Re-Use Sector: Data Insights From Social Enterprises.

Tiseo, Juan, 2020. Recycling rate of e-waste in Norway 2008-2017, in Statista.com

Sitios web consultados

Earth Institute, Columbia University, https://blogs.ei.columbia.edu/2018/08/27/growing-e-waste-problem/

E-cycle environmental, 2011. http://www.ecycleenvironmental.com/recycling-blog/domestic-e-waste-recycling-reduce-reuse-create-job-opportunities

EcoCómputo. https://ecocomputo.com/noticias/en-el-2019-se-han-recolectado-1200-toneladas-de-residuos-el-ctricos-y-electr-nicos-en

https://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-integral-de-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos-raee

Enter.co. https://www.enter.co/especiales/empresas/los-residuos-electronicos-generan-mas-de-2-000-empleos-en-colombia/

Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia. Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares. http://www.residuoselectronicos.net/archivos/lineas_base/LINEA_BASE_COLOMBIA_OTT.pdf

Gobierno de Colombia, Computadores para educar https://www.computadorespara educar.gov.co/publicaciones/1/que-es-computadores-para-educar/

Minería Urbana. https://mineriaurbana.org/2020/06/22/los-peligros-para-la-salud-del-desmantelamiento-de-residuos-electronicos/

Residuos profesional, 2020. https://www.residuosprofesional.com/reciclaje-residuos-electronicos-2017/

The Economic Times, 2019. https://economictimes.indiatimes.com/jobs/e-waste-sector-will-create-half-million-jobs-in-india-by-2025-ifc/articleshow/68708339.cms

6

Residuos del sector de construcción y demolición (RCD)


28-70-41
25-26-21
43-96-82

- El sector de RCD no se encuentra aún lo suficientemente documentado como para poder extraer datos específicos de empleo. Las tareas de gestión y aprovechamiento de estos residuos generan empleos en los sectores de construcción, reciclaje, comercio, transporte y eliminación de desperdicios, entre otros.
- Una parte menor del empleo tiene lugar en molinos artesanales de tratamiento de RCD[1]. Si bien la cuantía de estos empleos es pequeña, se tratan de empleos de alto impacto social, ocupados por trabajadores de baja calificación y escasas posibilidades de empleo fuera del sector, la mayoría de los cuales reporta estar afiliado al Sisben. Sin embargo, estos empleos se desarrollan en pobres condiciones de seguridad y salud, los molinos por lo general no cuentan con planes de desarrollo ambiental y las estructuras físicas para el tratamiento de los residuos son precarias y riesgosas.
- Las metas de aprovechamiento establecidas en la ENEC para el sector de RCD y los bajos niveles de aprovechamiento registrados hasta el momento son indicios de las significativas oportunidades de expansión que presenta el sector, con creación de empleo e ingresos para el segmento de trabajadores de la construcción, reciclaje y afines.

Panorama general de la actividad

En Colombia, la industria de la construcción genera el 30% de las emisiones de CO_2, consume el 40% de la energía y el 60% de los materiales extraídos de la tierra. Con un volumen que supera los 22 millones de toneladas de residuos anuales, la construcción y demolición contribuyen con el 40% de los residuos. Las obras civiles tanto públicas como privadas y las de origen domiciliario son las tres grandes generadoras de RCD en el país (UPME, 2018).

Si bien la tasa de reciclaje de RCD en Colombia es relativamente baja en la actualidad, con tasas comprendidas entre el 5%-10% en algunas ciudades (Castaño, 2013) y con una media en el país inferior al 2%[2], el propio sector de la construcción manifiesta un alto potencial de metabolización no solo de sus propios residuos, sino también de los residuos generados en otras actividades manufactureras, aplicando principios de simbiosis industrial y de cierre de ciclos entre sectores (Tecnalia, 2018).

1 Se denominan molineros artesanales a los sitios que a utilizan molinos para el aprovechamiento de los residuos provenientes de la construcción (básicamente residuos pétreos). En general se caracterizan por sus métodos de producción con escaso capital y mayor proporción de mano de obra.

2 Otras fuentes informan niveles de aprovechamiento mayores, en el orden del 20%.

Los procesos de simbiosis como el mencionado pueden contribuir de manera importante al cierre del círculo de los procesos industriales. En este caso, organizaciones que operan en diferentes sectores de actividad cooperan para alcanzar un beneficio mutuo a través de la utilización de subproductos, materias, energía y logística, optimizando el uso de los recursos y disminuyendo la generación de residuos. Desde una perspectiva sistémica, la simbiosis industrial crea oportunidades de negocio y puestos de trabajo relacionados con el uso alternativo de los actuales canales de gestión de residuos (Junta de Andalucía, s.d.)

Frente a la gestión de residuos de construcción y demolición, no hay lineamientos del orden nacional para el aprovechamiento de este tipo de material y de información sistemática que permita la definición de políticas sobre esta corriente (Conpes 3874).

Entre las múltiples causas del bajo aprovechamiento se encuentran la falta de cultura en las empresas constructoras y sus proveedores, la ausencia de infraestructura y tecnología instalada e información disponible sobre la caracterización de los escombros generados (Gobierno de la Republica de Colombia, 2019). Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, otro problema relacionado es que los sectores económicos no aplican completamente el análisis del ciclo de vida del producto ya que no existen incentivos para hacerlo, dada la baja demanda de bienes y servicios con criterios ambientales por parte del consumidor colombiano (CONPES 3874).

La disposición inadecuada de los RCD ocasiona numerosos problemas ambientales. La generación de los mismos en cantidad y volumen crecientes crea rápidamente focos de contaminación de suelos y aguas superficiales (Pacheco Bustos et al., 2017), además de agotar rápidamente los rellenos sanitarios.

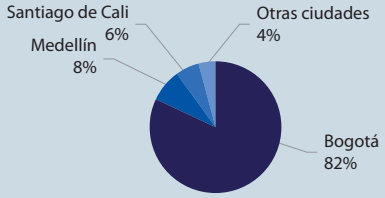
Las oportunidades para optimizar la eficiencia de los materiales de construcción en la Economía Circular, dado el creciente dinamismo de esta industria y su alta incidencia en el desarrollo económico del país, consisten en (i) mejorar los instrumentos para facilitar el cierre de ciclos, (ii) aumentar el aprovechamiento de escombros generados en las obras y proyectos de demolición, (iii) desarrollar simbiosis a través del uso de material estéril generado en proyectos de minería y energía para su uso en obras de construcción, (iv) promover el ecodiseño en productos y estructuras de construcción que utilizan menos materiales, (v) la aplicación de modelos regionales para la gestión y el aprovechamiento de materiales de construcción y residuos de construcción y demolición, y (vi) aumentar certificaciones como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment

Methodology), EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies), CASA Colombia y Sello Ambiental Colombiano, entre otras, para promover las construcciones sostenibles.

Generación y aprovechamiento de RCD en Colombia

Según estudios realizados por el MADS, en 2011 se produjeron 22.270.338 de toneladas de RCD en las principales ciudades de Colombia. Con aproximadamente 18 millones de toneladas, Bogotá fue responsable de más del 82% de la generación, seguida por Medellín y Cali. Otras ciudades como Manizales, Cartagena, Pereira, Ibagué, Pasto, Barranquilla Neiva y San Andrés contribuyeron a la generación total con un 4% (Gráfico 24).

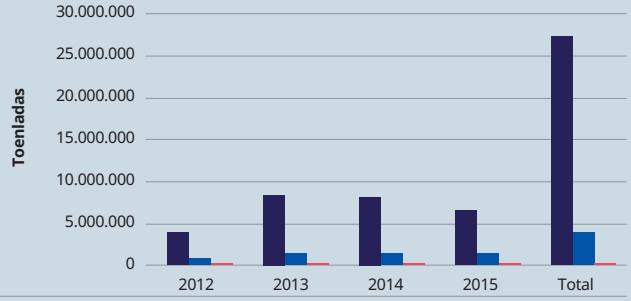
▶Gráfico 24. Generación de RCD por ciudades



Fuente: elaboración con base en información del MADS 2011.

En el periodo 2012-2015, en Bogotá se aprovecharon 4.269.776 toneladas de residuos RCD de las 27.638.580 toneladas controladas, o sea, un 15,4%. El porcentaje de reutilización de residuos RCD, respecto al total de RCD controlados, aumentó desde el 12,9% en el 2012 hasta el 17,9% en el 2015; porcentajes significativos, teniendo en cuenta que la meta trazada por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, para el aprovechamiento de los RCD, fue del 25 % para el año 2018 (Universidad Industrial de Santander, 2018).

▶Gráfico 25. Toneladas controladas y reutilizadas de RCD en la ciudad de Bogotá, periodo 2012-2015



	2012	2013	2014	2015	Total
Toneladas controladas	4.010.888	8.472.055	8.303.963	6.851.674	27.638.580
Toneladas de reutilización	517.059	1.247.468	1.281.445	1.223.804	4.269.776
% Reutilización	12,9	14,7	15,4	17,9	15,4

Años

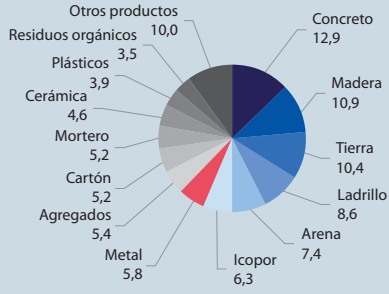
Fuente: Universidad Industrial de Santander, 2018.

Composición de los RCD y material aprovechable

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015), el 30% de los residuos generados está compuesto por materiales con potencial de aprovechamiento como papel, cartón, metal, vidrio, textiles o plástico.

Un estudio para Barranquilla informa la siguiente composición de los RCD generados:

▶Gráfico 26. Composición de los RCD por tipo de material



Fuente: con base en Pacheco Bustos y otros, 2017.

Los RCD analizados para Barranquilla presentan una composición de 50% de concreto, madera, tierra, ladrillo y arena, mientras que el 50% restante de icopor, metal, agregados, cartón, mortero, cerámica, plásticos residuos orgánicos y otros elementos de menor participación.

Los metales tienen las más altas tasas de reciclaje entre los materiales recuperados, debido a sus múltiples usos y formas, sus propiedades magnéticas y su alto valor comercial. Por otro lado, la fracción de madera generada como RCD es parcialmente reciclable o reutilizable. La madera no contaminada puede ser triturada y utilizada para la jardinería, la agricultura, etc. Sin embargo, el material de desecho mixto de RCD y la considerable cantidad de madera pintada e impermeabilizada no es reciclable (Pacheco Bustos, 2017).

Entre los usos económicos que puede darse al material recuperado, la Agencia de Protección Ambiental (2016) enumera los siguientes:

▶Cuadro 45. Usos posibles de los materiales recuperados de los RCD

Categoría de productos	Subcategoría de productos	Usos posibles
Flujos de materiales recuperados de la C&D	Hormigón Pavimento de asfalto Tejas de asfalto Panel de yeso Madera	Construcción vial Nuevos productos para la construcción

Fuente: elaboración propia con base en EPA, 2016.

Un reporte para Brasil indica que el uso de materiales reciclados se puede realizar en varias áreas, por ejemplo:

1. Relleno de ranuras en paredes para tuberías hidráulicas y eléctricas.
2. Asegurar cajas y tuberías eléctricas.
3. Pisos interiores de unidades habitacionales.
4. Sistemas de drenaje (deben tener alta permeabilidad para recolectar y transportar los efluentes generados a una velocidad superior a la de producción).
5. Puesta a tierra de zanjas cercanas al suelo.
6. Pavimentación.
7. Áridos para hormigón.
8. Áridos para mortero.

Los tres últimos son las principales aplicaciones de los residuos reciclados (Guerra Morand, 2016).

Tendencias globales de aprovechamiento de los RCD

Con la urbanización acelerada, que resultó en la rápida densificación de las ciudades y, por tanto, en el crecimiento de actividades en el sector de la construcción, además de la extensa explotación de los recursos naturales, la generación de residuos de la construcción y demolición (RCD) alcanzó tasas alarmantes, producto de las obras de construcción, rehabilitación y demolición. Estos residuos representan aproximadamente del 20% al 30% del flujo de residuos sólidos generado por las ciudades de países desarrollados, mientras que en los demás se pueden lograr tasas mucho más altas (Brasileiro y Matos, 2015).

Las cifras de aprovechamiento y reutilización de RCD difieren para países con distintos grados de desarrollo.

En la Unión Europea, la Directiva Marco de Residuos tiene por objetivo reciclar el 70% de los residuos de construcción y demolición en 2020. Alemania, España y Bélgica en la actualidad se encuentran a la vanguardia en el tratamiento y aprovechamiento de estos materiales, adelantando una política que incluye separación en la fuente, tratamientos específicos y aprovechamientos en diferentes áreas de la construcción, disminuyendo el porcentaje de material residual a ser dispuesto (Pacheco Bustos y otros, 2017). En países como Italia, Países Bajos, Eslovenia, Estonia, Irlanda, Reino Unido y Hungría, se recicla más del 95% de los materiales minerales de los residuos de construcción y demolición (UMEP, 2018). El porcentaje de reutilización de los residuos de construcción y demolición generados en Holanda, Bélgica y Dinamarca corresponde al 90%, 87% y 81%, respectivamente (Gaiker Ik4 Research Alliance, 2007).

En 2018 en EE. UU. aproximadamente el 30% de los escombros de C&D generado fue desviado (reciclado) y el 70% fue eliminado.

En Portugal alrededor del 76% de los RCD se depositan en vertederos, el 11% se reutiliza, el 9% se recicla y se incinera al 4% (Brasileiro y Matos, 2015).

En Hanoi, Vietnam, un estudio basado en entrevistas a 15 sitios de construcción y demolición de edificios reveló que solo el 10% del flujo total de RCD provenía de RCD reciclados y reutilizados. Las tasas de reutilización y reciclaje resultaron más significativas para el metal y fueron menores para el ladrillo, hormigón y suelo (Ngoc Han Hoang et al., 2020).

Según la Asociación Brasileña de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (ABRECON), en Brasil en el año 2015 la producción estimada de

residuos fue de aproximadamente 85 millones de m3. La cantidad de RCD reciclado fue un promedio de 5 millones de m3 (Pederneiras et al., 2020), es decir, un 5,9%.

Tendencias globales de creación de empleo en la actividad

En cuanto al potencial de creación de empleo, el Instituto Tellus analizó el impacto económico del aumento de las tasas de reciclaje de los RSU y de residuos de la construcción y demolición en un escenario en el que ambas corrientes aumentarán al 75% en 2030. En relación con la línea base, Tellus estimó que el aumento de las tasas de separación podría generar 1.1 millones de puestos de trabajo adicionales en Estados Unidos (Tellus Institute, 2011).

El reporte de Información Económica de Reciclaje (REI) de la Agencia de Protección Ambiental de 2016 mostró que en Estados Unidos el reciclaje de materiales C&D generó 14.457 puestos de trabajo (EPA, 2016).

Un estudio para España refiere que el sector de valorización de residuos de construcción y demolición se ha convertido en un importante agente en la transición a una Economía Circular, no solo por la elevada tasa de valorización a la que aspiran los RCD, sino por el peso del sector que factura 160 millones de euros al año y que genera 10.000 empleos entre puestos directos e indirectos. Solo las plantas de valorización de RCD acumulan 2.500 puestos de trabajo directos (Residuos profesional, 2017).

Desde el punto de vista social, el reciclaje de escombros genera empleo y aumenta la competitividad de la economía. Según un estudio realizado en Carolina del Norte (EE. UU.), de cada 100 puestos de trabajo creados en el reciclaje, solo se pierden 13 en la industria de la basura (Guerra Morand, 2016).

Justificación para impulsar mayores tasas de aprovechamiento de los RCD

El reciclaje de RCD aporta beneficios económicos y ambientales a las ciudades en las que se establece. Además de la disminución de costes de gestión de residuos, el coste del producto de material reciclado es menor que el agregado natural. Algunos estudios reportan ahorros del 67% en promedio, al comparar los precios de los agregados reciclados y vírgenes (Brasileiro y Matos, 2015).

Además de reducir la sobreexplotación de depósitos minerales para la extracción de recursos naturales no renovables, también existe la falta de lugares para la deposición de estos residuos, haciendo que las distancias entre los sitios de demolición y las áreas disponibles estén aumentando, con el consiguiente incremento en los costos de transporte. El reciclaje de RCD

también contribuye en alargar la vida útil de los vertederos, especialmente en las grandes ciudades, donde la construcción civil es intensa y hay escasez de área para depositar. (Brasileiro y Matos, 2015).

El reciclaje de materiales como el hormigón, el vidrio, los paneles de yeso y las tejas de asfalto conlleva beneficios más allá de los financieros: se traduce en una mayor creación de empleo, un uso reducido de materias primas y una disminución de la descarga en vertederos.

En cuanto a los beneficios de reducir la cantidad de materiales de C&D que se desechan en vertederos o incineradores se encuentran:

1. Crear empleo y actividades económicas en las industrias del reciclaje y brindar mayores oportunidades comerciales dentro de la comunidad local, especialmente cuando se utilizan métodos de deconstrucción y demolición selectiva.
2. Reducir los gastos generales del proyecto de construcción a través de los costos de compra/eliminación evitados y la donación de materiales recuperados a organizaciones benéficas calificadas, lo que proporciona un beneficio fiscal. La reutilización in situ también reduce los costos de transporte.
3. Conducir a menos instalaciones de eliminación, reduciendo potencialmente los problemas ambientales asociados.
4. Compensar el impacto ambiental asociado a la extracción y consumo de recursos vírgenes y la producción de nuevos materiales.
5. Conservar el espacio del relleno sanitario.

Normativa vigente

El instrumento normativo que actualmente reglamenta el manejo de los residuos de construcción y demolición se definió en la Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente (actualmente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). Ahí se establecieron los lineamientos y especificaciones de carácter técnico-normativo bajo los cuales se deben manejar los residuos de construcción y demolición (Conpes 3874).

- **Resolución 541 de 1994:** se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

- **Ley 1259 de 2008:** crea e implementa el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana para el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública, mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos; además de propiciar el fomento de estímulos a las buenas prácticas ambientalistas. Esta ley busca aplicar los instrumentos legales para proteger desde la fraternidad social y la recuperación ambiental a los hombres y mujeres que trabajan en la actividad del reciclaje, excluyendo el ejercicio arbitrario de la facultad sancionatoria frente a la población vulnerable y garantizando plenamente el derecho al trabajo.
- **Decreto 2981 de 2013:** la responsabilidad por el manejo y disposición de los residuos de construcción y demolición será del generador, con sujeción a las normas que regulen la materia. La recolección, transporte y disposición final de residuos de construcción y demolición deberá efectuarse de forma separada del resto de residuos.
- **Decreto 1076 de 2105:** por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- **Resolución 472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:** reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición. Establece que se deberán priorizar las actividades de prevención o reducción de la generación de RCD, además de definir como segunda alternativa el implementar el aprovechamiento y como última opción la disposición final de RCD.
- **Documento CONPES 3919. Política Nacional de Edificaciones Sostenibles:** tiene por objetivo general impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad para todos los usos y dentro de todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones a través de ajustes normativos, el desarrollo de mecanismos de seguimiento y la promoción de incentivos económicos, que contribuyan a mitigar los efectos negativos de la actividad edificadora sobre el ambiente, mejorar las condiciones de habitabilidad y generar oportunidades de empleo e innovación.

Objetivos, metas e indicadores para el sector

Los indicadores, metas y acciones para avanzar en Economía Circular en el flujo de materiales de construcción provenientes de residuos de construcción y demolición son:

▶Cuadro 46. ENEC: Metas e indicadores para el flujo de materiales de construcción provenientes de residuos de construcción y demolición

Nombre del Indicador	Meta
Tasa de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Colombia	Tasa de aprovechamiento del 10% de residuos de construcción y demolición para 2022
Porcentaje de proyectos de construcción que aplican a programas de certificación en la industria de la construcción	Incremento del 5% en el número de proyectos que aplican a programas de certificación del orden nacional e internacional en el año 2021

Fuente: con base en ENEC 2019.

Empleo verde en el sector de los residuos de la construcción y demolición

Los empleos asociados a la actividad de aprovechamiento de RCD se presentan en la CIIU3 en las siguientes divisiones:

- División 37 – Reciclaje.
- División 45 – Construcción.
- División 51 – Comercio al por mayor y en comisión por contrata, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas, mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo.
- División 90 – Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares, incluyendo la "remoción de escombros".

Estas divisiones presentan el empleo conjunto de diversas actividades, no se cuenta con estimaciones puntuales respecto del empleo en la actividad de manejo y aprovechamiento de RCD. Considerando la cadena de valor del sector, la gestión integral de estos residuos generaría empleos en las actividades de gestión de escombros en obra, incluyendo preparación del terreno, supervisión, separación y clasificación de materiales aprovechables y no aprovechables, así como transporte, comercialización y disposición final, entre otros.

Los datos de empleo para algunas de esas categorías pueden extraerse del total de ocupados por clase CIIU3, teniendo en cuenta que solo una porción de ellos está directamente asociados a la gestión de RCD.

▶Cuadro 47. Ocupados en actividades relacionadas con la gestión de RCD

Clase CIIU 3	Ocupados en marzo de 2019
3720 reciclaje de desperdicios y desechos no metálicos	9.709,1
4511 Trabajos de demolición y preparación de terrenos para la construcción de edificaciones	82,0
4560 Alquiler de equipo para construcción y demolición dotado de operarios	5.996,1
5141 Comercio al por mayor de materiales de construcción, ferretería y vidrio	40.562,9
5155 Comercio al por mayor de desperdicios o desechos industriales y material para reciclaje	93.387,8
6041 Transporte municipal de carga, por carretera	190.389,7
9000 Eliminación de desperdicios, y aguas residuales, saneamiento y actividades similares	52.457,1

Fuente: elaboración propia con base en microdatos de la GEIH del DANE.

Así, por ejemplo, la actividad de comercio al por mayor de desperdicios o desechos industriales y material para reciclaje registró en marzo de 2019 más de 93.000 empleos. Sin embargo, son necesarias estimaciones adicionales para conocer la porción de estos que se relaciona exclusivamente con la gestión de RCD.

Molineros artesanales

Una parte de la gestión de los RCD se da en molinos artesanales. En 2010 la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UASP) llevó a cabo un censo, con entrevistas a 12 molineros artesanales, concluyendo que estos son generadores de empleo, principalmente para personas desplazadas y de bajos recursos. Entre los 12 productores consultados, se reportaron un total de 36 empleados (no todos reportan datos de empleo), la mayoría de los cuales se encuentran afiliados al Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (Sisben).

Cabe destacar que estos empleos se encuentran profundamente distanciados de las nociones de empleo verde y que su importancia reside en la provisión de un ingreso para trabajadores de muy baja calificación y educación. Además, los molinos en su mayoría no cuentan con planes de manejo ambiental y las tareas se realizan en condiciones precarias y riesgosas. Los tipos de construcción son calificados en la mayoría de ellos como “malos”.

Puestos sin cubrir

Son puestos de trabajo para los que existe una búsqueda activa y que se anuncian para ser cubiertos de manera inmediata con un trabajador ajeno a la empresa. Un puesto vacante puede deberse a la necesidad de reemplazar a un trabajador o a la necesidad de la empresa de ampliar su fuerza de trabajo para hacer frente a una mayor producción.

El cuadro 48 muestra ejemplos de puestos sin cubrir para el sector de RCD, según un relevamiento realizado en portales electrónicos de anuncios de empleo en la semana de referencia.

▶Cuadro 48. Ejemplo de puestos vacantes en la semana de referencia en el sector de residuos de la construcción y demolición

Nombre del puesto	Requisitos de educación	Requisitos de experiencia	Remun. Ofrecida COP	Remun. SM
Vigía ambiental	No requerido	6 meses	927.000,0	1,1
Realizar instalaciones de canecas ara la recolección de residuos en torre y disponer en los acopios los residuos recolectados en estas.				
Mantener señalizados los acopios y canecas para el almacenamiento y recolección de residuos.				
Separación de los diferentes residuos que se generen en la actividad constructiva.				
Realizar seguimiento a las actividades de aprovechamiento de RCD que se realicen en la obra.				
Realizar limpieza a la trampa de grasa de la obra.				
Realizar protección y limpieza periódica a los sumideros internos y externos de la obra.				
Realizar los cerramientos de protección a los árboles de conservación o compensación que se encuentren en la obra.				
Verificar la actividad de instalación y mantenimiento de la polisombra.				
Técnico Ambiental Sector Construcción	Técnico ambiental o afines	2 años	1.272.000,0 Más prestaciones de ley	1,4
Implementar y hacer seguimiento al plan de gestión de RCD por obra.				
Generar informe de gestión de aspectos ambientales.				
Verificar la documentación de los vehículos que retiran material de las obras.				
Realizar seguimiento e informes mensuales sobre los residuos de construcción.				
Verificar la actividad de instalación y mantenimiento de la polisombra.				

Fuente: elaboración propia con base en el relevamiento de los portales electrónicos de empleo en la semana del 5 al 9 de octubre de 2020.

En la semana de referencia se relevaron vacantes para posición de vigía ambiental y técnico ambiental, ambas con tareas vinculadas a la gestión de los RCD y del cumplimiento de las normas ambientales. En ambos casos se solicita experiencia en posiciones similares, aunque solo en la de Técnico Ambiental se indica una titulación como requisito. La remuneración ofrecida es entre un 10% y un 40% superior al salario mínimo.

Potencial de creación de empleo

El potencial de creación de empleo está dado por la posibilidad de transformar los empleos ambientales existentes en verdes, y por la creación de nuevo empleo que resulte de las mayores metas ambientales impuestas en el marco de la política de crecimiento verde.

Las metas de reciclaje propuestas en la ENEC y una mejora de los indicadores laborales en materia de trabajo decente tienen, conjuntamente, el potencial de crear varios miles de empleos verdes en los sectores relacionados con la gestión de los RCD.

La siguiente estimación se realiza considerando específicamente este flujo de residuos, además de las metas de la Estrategia Nacional de Economía Circular, que proponen aprovechar el 10% de los RCD generados en Colombia para 2022.

Si bien no hay proyecciones sectoriales que den cuenta del valor de la construcción y sus respectivos residuos para ese año, proyecciones de crecimiento macroeconómico establecen que tras una caída del PIB real en 2020 del -5,5%, el PIB potencial crecerá a tasas del 2,8% en 2021 y 2022, respectivamente (Minhacienda, 2020).

Según estas proyecciones, dada la fuerte caída del año 2020 por los impactos de la emergencia sanitaria, en el año 2022 el producto estaría prácticamente al nivel de 2019, lo que permite interpretar que los niveles de residuos generados también se encontrarán en los niveles de ese año.

Esto implica que el volumen de RCD en 2022 estaría en el orden de las 22.270.338 toneladas, de las cuales se aprovecharía el 10%, es decir, un total de 2.227.033 toneladas. Un gran número de estudios señala la importancia del reciclaje de los residuos C&D en la creación de empleo (Asenjo Dorado, s.d.). Sin embargo, son menos los estudios que presentan coeficientes de empleo. En el Informe de Reciclaje de La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2016) se obtienen coeficientes de empleo de 0,00038 y empleos por tonelada métrica de residuos reciclados y de 0,00076 si también se consideran los empleos indirectos. Aplicando esos coeficientes a los volúmenes generados en Colombia, se tiene la siguiente estimación:

▶Cuadro 49. Estimación de empleo ambiental en Colombia para el sector de RCD

	Puestos de trabajo por tonelada métrica de RCD	
	Empleo directo	Empleo directo e indirecto
Coeficiente de empleo EPA, 2016	0,00038	0,00073
Potencial de creación de empleo	846	1626

Fuente: elaboración propia

Con coeficientes de empleo extraídos de la literatura, hacia el año 2022 se puede estimar para el sector de RCD un rango de empleo adicional de entre 846 empleos directos y 1.626 entre directos e indirectos. Sin embargo, considerando que el sector de la construcción emplea más de 1.4 millones de trabajadores, es posible que algunos de estos desempeñen funciones en construcción y también en reciclaje.

El potencial de creación de empleo está dado por las posibilidades de crecimiento en un sector que aún no ha alcanzado niveles sostenibles de recolección, reciclaje y aprovechamiento. Elementos adicionales son necesarios para evaluar si estos empleos ambientales podrían ser también verdes.

Seguridad y Salud en el Trabajo

Los trabajadores del sector de construcción y demolición se encuentran expuestos a los riesgos típicos de la actividad de construcción y demolición, y adicionalmente a los productos del reciclaje.

Algunos aspectos específicos al manejo de estos residuos, sin embargo, han sido desarrollados en el Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE, que sigue la Directiva marco de residuos de reciclar el 70% de los residuos de construcción y demolición en 2020. Entre los principales aspectos se informan:

- Algunos materiales, como el amianto, pueden afectar a la salud de los trabajadores de los sectores de la construcción, la demolición y el reciclaje. El control de calidad durante las fases previas y posteriores a la demolición debe ser riguroso en lo que respecta tanto a la seguridad en el trabajo como a la reciclabilidad de los residuos de la construcción y demolición. Si no se eliminan adecuadamente las sustancias peligrosas, como el amianto y los metales pesados, y los materiales de construcción no se separan en la obra de demolición, puede contaminarse todo el flujo de residuos.

- Asegurarse de que todos los empleados trabajen con el equipamiento adecuado y tengan las aptitudes y la formación que necesitan.
- Los residuos de la construcción y demolición deben transportarse de forma segura y legal sin generar daño alguno para el medio ambiente y sin poner en peligro la salud de los trabajadores.

Conclusiones y recomendaciones

La industria de la construcción ha sido considerada una de las más generadoras de residuos y consumidoras de recursos naturales. Esta preocupación ambiental alentó la tendencia actual de utilizar agregados reciclados de residuos de construcción y demolición para la producción de materiales cementosos (Pederneiras et al., 2020).

La tasa de reciclaje de estos residuos en Colombia es muy baja: en promedio, solo el 2% de los residuos del sector son aprovechados. Esto implica que aun asumiendo que el producto se mantendrá constante hasta 2022, el cumplimiento de las metas de reciclaje puede hacer crecer el nivel de empleo.

La existencia de puestos vacantes relevados en la semana de referencia sugiere que aun en la coyuntura de la emergencia sanitaria, el sector conserva dinamismo.

El control de las condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo es fundamental para que los empleos del sector sean verdes. La exposición de los trabajadores a compuestos químicos y el tránsito entre grandes bloques de concreto u hormigón, imponen riesgos a los trabajadores que es preciso controlar con auditorías y capacitación.

Referencias bibliográficas

Asenjo Dorado, s.d. Los residuos de construcción y demolición. Congreso Nacional de Medio Ambiente. Cumbre del desarrollo sostenible.

Brasileiro L. L. y J. M. E. Matos, 2015. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil.

Castaño, Jesús O., R. Misle Rodríguez, L. A. Lasso, A. Gómez Cabrera, M. S. Ocampo, 2013. Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes.

CONPES -Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación- 3874, 2016. Política Nacional para la Gestión Integral de Resiudos Sólidos.

EPA (Environmental Protection Agency) 2016. Advancing Sustainable Materials Management: 2016 Recycling Ecnomic Information (REI) Report Methodology.

Forero Lache, Deisy, 2016. Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Bogotá (2013 – 2014): Lineamientos de gestión urbana sustentable.

Guerra Morand, Fernanda, 2016. Estudo das principais aplicações de resíduos de obra como materiais de construção.

Junta de Andalucía, s.d. Economía circular y simbiosis industrial

Ngoc Han Hoang, Tomonori Ishigaki, Rieko Kubota, Ton Kien Tong, Trung Thang Nguyen, Hoang Giang Nguyen, Masato Yamada, Ken Kawamoto, 2020. Waste generation, composition, and handling in building-related construction and demolition in Hanoi, Vietnam. Elsevier. Waste Management 117 (2020) 32–41.

Pacheco Bustos, Carlos Albeiro, Luis Guillermo Fuentes Pumarejo, Édgar Humberto Sánchez Cotte y Hugo Alexander Rondón Quintana, 2017. Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. Ingeniería y Desarrollo, Volumen 35, n.o 2 Julio-diciembre, 2017 ISSN: 0122-3461 (impreso) 2145-9371 (on line).

Pederneiras Cinthia Maia, Maria Del Pilar Durante,, Ênio Fernandes Amorim, Ruan Landolfo da Silva Ferreira, 2020. Desempenho de blocos de concreto com incorporação de agregados reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição. Revista IBRACON de estruturas e materiais. On-line version ISSN 1983-4195. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952020000400200&lng=en&nrm=iso

Resolución MADS Número 472 del 28/02/2017, Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones.

Tecnalia 2018 Estudio en la intensidad de utilización de materiales y economía circular en Colombia para la Misión de Crecimiento Verde. Producto 1. Diagnóstico de eficiencia en el uso de materiales y cierre de ciclos en los sectores manufacturero y de construcción en Colombia: contraste frente a experiencias internacionales.

UAESP Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, 2010. Censo Molineros Artesanales y Aprovechamiento de Escombros en la Ciudad de Bogotá.

UPME – Unidad de Planeación Minero-Energética, Universidad Industrial de Santander, 2018. Realizar un análisis del potencial de reutilización de minerales en Colombia y definir estrategias orientadas a fomentar su aprovechamiento por parte de la industria en el país bajo el enfoque de economía circular contrato interadministrativo CI-049-2018.

Sitios web consultados

Environmental Protection Agency, https://www.epa.gov/smm/sustainable-management-construction-and-demolition-materials#America

Ingeniería y Construcción Colombia, 2019. https://www.ingenieriayconstruccioncolombia.com/residuos-de-construccion-y-demolicion-rcd/#:~:text=Colombia%20produce%2022'000.000%20DE%20TONELADAS%20de%20residuos%20de,y%20demolici%C3%B3n%20RCD%20al%20a%C3%B1o.

Maat – Soluciones Ambientales, https://www.maat.com.co/reutilizacion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-rcds/

Residuos profesional 2017. https://www.residuosprofesional.com/75-residuos-construccion-irregular/

7

Energías renovables



- Según estimaciones elaboradas por el DANE, en 2019 las actividades en gestión de recursos minerales y energéticos ocuparon 9.836 puestos de empleo equivalente a tiempo completo en empleos ambientales y 6.812 en empleos verdes.
- En el sector de combustibles líquidos, con más de 200.000 trabajadores ocupados en la producción de etanol y biodiesel, Colombia es el cuarto país del mundo en volumen de empleo en el sector, únicamente superado por Brasil, Estados Unidos e Indonesia.
- Además, hay más de 60.000 empleos en generación de energía con otras tecnologías de fuentes renovables, como hidroenergía, biomasa sólida, energía eólica y solar fotovoltaica.
- Si bien gran parte de los empleos en bioenergía se da en zonas rurales, aportando a las posibilidades de desarrollo regional, los empleos en actividades agropecuarias y de forestación sufren fuertes déficits de trabajo decente. En dichos sectores, menos de la mitad de los trabajadores son asalariados, y entre los independientes, más del 90% se clasifica por nivel de ingresos como pobres o vulnerables.
- En el 2015 la industria petrolera generó más de 95 mil empleos en Colombia y se contabilizaron varios miles de empleos más en actividades relacionadas con la producción de gas y carbón. Algunos de estos empleos se verán amenazados por los cambios previstos en el marco de la reducción de gases de efecto invernadero.
- La Estrategia Nacional de Economía Circular contiene una variedad de objetivos de eficiencia energética para el conjunto de la economía, incluyendo los sectores productivo y residencial, con una mayor matriculación de vehículos eléctricos en el Registro Único Nacional de Tránsito y con la expansión en el aprovechamiento y uso de la biomasa residual para la generación de energía.
- Estas medidas tendrán impactos de distinto signo en el empleo, ya que la expansión provocada en el sector de energías limpias debe balancearse con las bajas esperadas entre los trabajadores ocupados en el sector de combustibles fósiles. La política de empleo y el cumplimiento de los derechos básicos de los trabajadores pueden garantizar que el pasaje a una Economía Circular tendrá lugar en el marco de una transición justa.

Panorama general de la actividad

▶Recuadro 7. Definición de energía renovable

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocarburantes.

Fuente: Asociación Colombiana de Energía Renovable (ACER).

Las fuentes y flujos de energía constituyen una de las líneas prioritarias de la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), que promueve una mayor eficiencia en su uso, una mayor penetración de fuentes de energía limpia (Ver Recuadro 7) en la matriz energética total y mayores niveles de aprovechamiento de la biomasa. En cuanto a las metas de eficiencia, el Plan de Acción de la ENEC prevé acciones específicas para los sectores de transporte, industria, terciario y residencial.

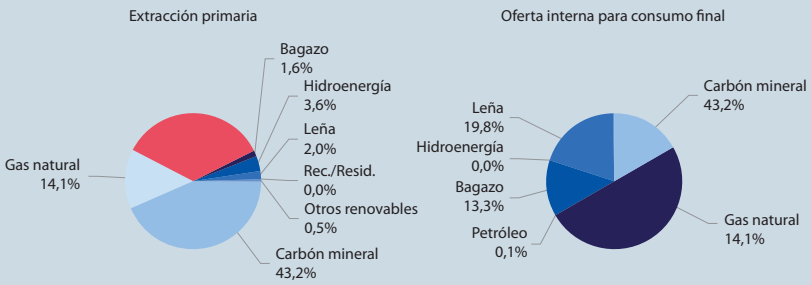
En 2019 la extracción de energéticos primarios alcanzó 5.62 millones de terajulios/año, o el equivalente de 1.56 millones de gigavatios/hora.

Datos de producción, transformación y consumo muestran agregados energéticos en los cuales los renovables tienen distinto grado de participación. Mientras que la extracción primaria es altamente dominada por hidrocarburos, gran parte de estos tiene por destino la exportación y por lo tanto en las matrices de transformación, distribución y consumo el componente renovable es mayor.

El petróleo, carbón y gas natural representan el 92,3% de la extracción primaria, sin embargo, la exportación y otros procesos de transformación especialmente en refinerías, determinan que su participación en la oferta interna para consumo final debe reducirse al 76%. Los efectos ambientales y sobre el empleo deben medirse sobre la extracción primaria.

Las fuentes renovables de energía primaria que participan en los balances energéticos son bagazo, hidroenergía, leña y recuperación de residuos, mientras que, tras haber sido transformadas, entre las secundarias se encuentran los alcoholes carburantes, el biodiesel y el carbón leña.

▶Gráfico 27. Extracción primaria y oferta interna para consumo final por tipo de energético



Fuente: elaboración propia con base en Balances Energéticos de Colombia, Minenergía.

En relación a la composición de la energía eléctrica, en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) en Colombia más del 70% de la capacidad instalada es hidroeléctrica. Las fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) solo representan el 2% de la matriz eléctrica, con la suma de 357 MW instalados. La energía eólica representa tan solo un 0,1 % de la matriz eléctrica (Documento CONPES 3934, 2018).

En Colombia el empleo creado por el sector de energías renovables está estimado en 272.100 trabajadores, por la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA, 2020). La Tabla 1 provee detalles de su distribución.

▶Cuadro 50. Empleo en energías renovables, por tecnología, 2019

Tecnología	Empleo
Combustibles líquidos	211.900
Hidroenergía	36.600
Biomasa sólida	18.600
Energía eólica	4.000
Energía solar fotovoltaica	1.000
Total	272.100

Fuente: con base en IRENA, s.d.

Se reseñan seguidamente las principales características de cada tecnología.

Bioenergía

Se considera bioenergía a un conjunto amplio de procesos y productos de producción energética a partir del procesamiento de recursos biológicos. La bioenergía incluye los biocombustibles líquidos, la biomasa sólida y el biogás.

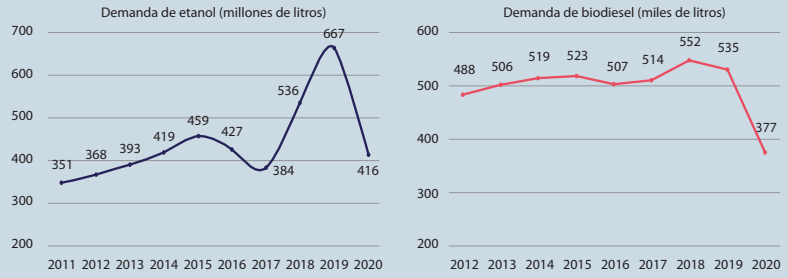
En la ENEC se señala la bioenergía (junto a la producción de fertilizantes orgánicos, enmiendas o acondicionadores) como una de las oportunidades de la Economía Circular hacia la cual encaminar el desarrollo de negocios sostenibles, articulados en encadenamientos productivos y a la búsqueda de la dinamización de la oferta y la demanda de estos productos.

Desde hace algunas décadas la bioenergía comenzó a recibir un fuerte impulso para su desarrollo como valorización energética, no solo por sus cualidades ambientales y su alto poder de ahorro de emisiones, sino por las condiciones que presenta para la creación de empleo. Existe consenso respecto de que genera más empleo por unidad de capacidad instalada. Algunas cuantificaciones indican que la bioenergía genera 135 nuevos empleos sostenibles por cada 10.000 habitantes, frente a los 9 empleos que genera el uso de combustibles fósiles (según FAO y la Asociación Austriaca de Bioenergía) (CONAMA, 2012).

Biocombustibles líquidos

El consumo de biocombustibles en Colombia está asociado con el sector transporte, ya que obedece al comportamiento del consumo de gasolina y aceite combustible para motores (ACPM), donde la participación del sector transporte en el consumo total de gasolina es del 97%, mientras que el ACPM participa con el 70% (UPME, 2008).

▶Gráfico 28. Demanda nacional de etanol y biodiesel, 2011 – 2020



Fuente: con base en datos de la Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia.

La Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia presenta datos de demanda de etanol y de biodiesel (Gráfico 28).

En 2019 la demanda de etanol alcanzó 667 millones de litros, 90% más que la comercialización en 2011. La demanda de biodiesel alcanzó 535 mil litros en 2019, 10% mayor a la demanda de 2012. En ambos casos, el año 2020 incluye datos hasta el mes de octubre y además refleja la caída en la comercialización como consecuencia de la emergencia sanitaria.

La producción de biocombustibles se inserta en cadenas de producción agroindustriales consolidadas (FAO, 2020). En cuanto al empleo generado en el sector de biocombustibles líquidos, según IRENA, la producción de biocombustibles de Colombia se elevó a un nuevo pico de aproximadamente 1.100 millones de litros en 2018 (USDA-FAS, 2018b). Los factores de empleo, basados en datos publicados por Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia (FNBC, n.d.), sugieren que el número de personas activas en biocombustibles puede haber sido hasta 202.000 puestos de trabajo en 2018, pero esta cifra puede incluir algún empleo a tiempo parcial no convertido en tiempo completo equivalentes (IRENA, 2020).

Etanol

Las tecnologías de producción de etanol hacen referencia a procesos de fermentación e hidrólisis de materias primas comestibles, principalmente caña de azúcar y maíz, pero también papa, remolacha, yuca y sorgo. Dado el debate existente por los usos alternativos de los cultivos entre alimentos y energía, se encuentra avanzada la investigación de otras fuentes con énfasis en biomasa residual (los llamados biocombustibles de segunda generación).

En 2009 el alcohol carburante producido en Colombia provenía exclusivamente del procesamiento de la caña de azúcar del Valle del Cauca. Por sus condiciones agroclimáticas ideales, esta región permite cosecha y molienda de caña de azúcar durante todo el año y no de forma estacional o por zafra, como lo es en el resto del mundo. Lo anterior hace del Valle del Cauca una región especial que la sitúa dentro de las mejores regiones cañeras del mundo (UPME, 2009).

Los datos de 2009 para la producción de etanol señalan que se encontraban activas 5 plantas, con capacidad instalada para obtener 1.050.000 litros de combustible por día. Dichas plantas utilizaban el producido de un área sembrada de 37.700 hectáreas y generaban 6.792 empleos (UPME, 2009). El cuadro 51 muestra los parámetros correspondientes.

▶Cuadro 51. Parámetros de producción de etanol (UPME, 2009)

Plantas de etanol en producción	Capacidad instalada l/día	Área sembrada Ha	Empleos	Litros/día/ trabajador	Hectáreas/ trabajador
5	1.050.000	37.732	6.792	154,6	5,6

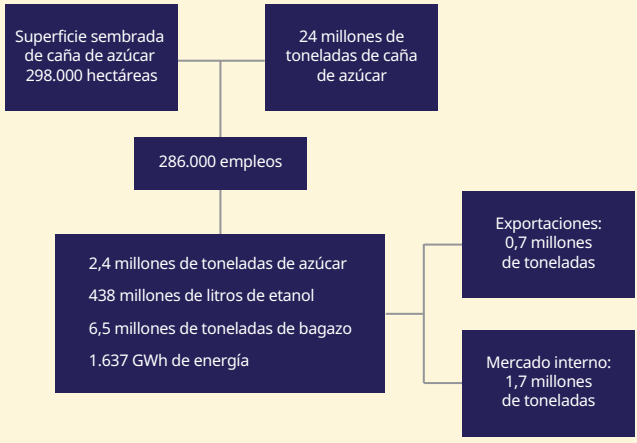
Fuente: elaboración propia con base en datos de UPME, 2009

En promedio, en 2009 la producción de etanol empleaba un trabajador por cada 5,6 hectáreas de superficie de caña de azúcar sembrada o por cada 155 litros de capacidad instalada.

Agroindustria de caña de azúcar

Datos recientes dan cuenta de los valores de producción de la agroindustria azucarera.

▶Figura 6. Agroindustria azucarera en cifras – Año 2019



Fuente: elaboración propia con base en datos de Fedebiocombustibles, s.d.

La cadena de producción de la caña de azúcar genera 286.000 empleos, distribuidos en 51 municipios donde tiene presencia directa e indirecta. Se trata de una agroindustria que muele al año 24 millones de toneladas de caña. Esto se distribuye para producir 2,4 millones de toneladas de azúcar, 438 millones de litros de etanol, 6,5 millones de toneladas de bagazo (con

el que se hace papel, plásticos, entre otros) y 1.637 GWh de energía, lo suficiente para alimentar a una ciudad de 3.7 millones de habitantes (o un departamento como Valle del Cauca). También se extraen insumos químicos a partir de la sacarosa, útiles para producir bioplásticos, solventes industriales o incluso cosméticos. La caña de azúcar es el tercer cultivo más extendido del país, por detrás del café y de la palma de aceite (Fedebiocombustibles, s.d.).

Biodiesel

La producción industrial de biodiesel se inició en Colombia en enero de 2008 y se optó por la utilización del aceite de palma como materia prima, dados los desarrollos alcanzados en este sector.

En 2009, Colombia contaba con dos plantas de producción terminadas, con una capacidad cercana a los 300.000 litros por día. Además, se encontraban en construcción 5 plantas adicionales para una capacidad total aproximada de 1.800.000 litros diarios. Los rendimientos esperados de la conversión a biodiesel a partir de palma de aceite eran de 4.600 litros por hectárea, basado en el rendimiento promedio del cultivo de palma en Colombia equivalente a 3.93 ton/ha en 2006 (UPME, 2009).

En cuanto al empleo generado, ese mismo documento brinda datos para tres plantas de producción de biodiesel en construcción. El cuadro 52 muestra los parámetros correspondientes.

▶Cuadro 52. Parámetros de producción de biodiesel (UPME, 2009)

Plantas de producción de biodiesel en construcción	Capacidad (t/año)	Capacidad (l/día)	Área sembrada (ha)	Empleos	Capacidad instalada por trabajador (en t/año/ trabajador)	Capacidad instalada por trabajador (en l/día/ trabajador)	Área sembrada por trabajador (en há/ trabajador)
3	230.000	790.874	51.444	13.800	16,7	57,31	3,7

Fuente: elaboración propia con base en datos de UPME, 2009.

En promedio, en 2009 la producción de biodiesel empleaba un trabajador por cada 3,7 hectáreas de superficie de palma de aceite sembrada o por cada 57,31 l/día de capacidad instalada.

Estos datos se complementan con el testimonio aportado por el Documento CONPES 3477, Estrategia para el desarrollo competitivo del sector palmero colombiano, el cual señala que en 2007 el cultivo de la palma de aceite estuvo localizado en 78 municipios del país y generaba alrededor de 104 mil empleos directos e indirectos, constituyendo una de las alternativas más promisorias

de producción agropecuaria, de generación de empleo y de ocupación legal, pacífica y estable del territorio para muchas regiones de clima cálido en Colombia (Documento CONPES 3477).

Hidroenergía

Considerando los bajos costos de la energía hidroeléctrica y la alta confiabilidad de funcionamiento y de abastecimiento, la hidroenergía es muy competitiva en comparación con otras fuentes de energía, tanto renovables como convencionales y ofrece una posibilidad económica para garantizar el suministro básico de electricidad. Puesto que las centrales hidroeléctricas almacenan la energía y suministran electricidad con rapidez, contribuyen de manera importante a la estabilidad del sistema interconectado nacional y reducen la dependencia y los riesgos de la importación de energía, constituyendo la base fundamental para el desarrollo económico de la nación.

Colombia, por su orografía y régimen pluviométrico, presenta condiciones óptimas para la generación hidroeléctrica en gran parte del territorio nacional. Actualmente, cerca del 80% de la energía que se produce en el país proviene de las centrales hidroeléctricas (Atlas de la Hidroenergía).

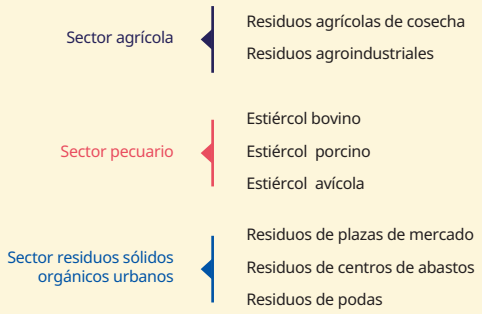
Según estimaciones de IRENA (2020), la hidroenergía genera en Colombia 36.600 empleos, que representan el 2% de los empleos globales en esta tecnología.

Biomasa

La biomasa residual orgánica es uno de los componentes más importantes y promisorios del aprovechamiento en la Economía Circular en el contexto colombiano. En el marco de la Estrategia Nacional de Economía Circular, la biomasa residual corresponde a residuos agrícolas de cosecha, agroindustriales, agroforestales; estiércoles bovinos, porcinos y avícolas; desechos orgánicos de centros urbanos generados en plazas de mercado, centros de abasto, corte de césped y poda de árboles; actividad residencial y biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales (ENEC, 2019).

El Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2008) identifica las siguientes fuentes de biomasa:

▶Figura 7. Fuentes de biomasa residual identificadas en el Atlas del potencial energético de la biomasa residual, UPME 2008



Fuente: Ministerio de Minas y Energía, 2008.

Las oportunidades de empleo en el sector formal incluyen tanto el empleo directo, que comprende trabajos relacionados con la producción de combustibles o cultivos, la construcción, operación y mantenimiento de plantas de conversión y en el transporte de biomasa; y el empleo indirecto, que comprende los empleos generados dentro de la economía como resultado de los gastos relacionados con los ciclos de los biocombustibles (Faaij, 1997).

En el caso de los proyectos de cogeneración a partir de biomasa, este es el nicho de oportunidad que mayor desarrollo presenta en el país en términos de la madurez de su implementación y la participación en aportes a la canasta energética nacional. Sin embargo, tal desarrollo se ha limitado casi que exclusivamente al caso del sector azucarero que reúne las condiciones propicias y la escala industrial adecuada para apalancar el eficiente aprovechamiento energético de los residuos generados de su proceso productivo.

Según un estudio español de 2012, de todas las energías renovables la biomasa es con diferencia la que mayor potencial de creación de empleo tiene. Según los expertos, el tratamiento y mantenimiento de la biomasa para obtener energía renovable genera 60 veces más empleos que el sector del gas, 30 veces más que el del carbón y 10 veces más que el nuclear y, además, de forma competitiva por el menor coste de la biomasa sobre los combustibles fósiles (CONAMA, 2012).

En cuanto a los empleos en las plantas de transformación de la biomasa, los factores de empleo de uso difundido indican que en promedio se crean entre 0,78 y 2,84 puestos de trabajo por megavatio de capacidad media con respecto a la vida útil de la instalación, compuesto por 0,40 en actividades de fabricación, construcción e instalación y entre 0,38 y 2,44 empleos en las fases de funcionamiento y mantenimiento/procesamiento del combustible (PNUMA/OIT/IOE/CSI, 2008).

El total de empleo en biomasa sólida está estimado en 18.600 trabajadores (IRENA, 2020).

Energía solar fotovoltaica

Colombia cuenta con un recurso solar (radiación) promedio uniforme durante el año para todo el territorio del orden de 4,5 kWh/m2, propicio para generar y suplir las necesidades de energía eléctrica por medio de sistemas solares fotovoltaicos. En el 2005 existían aproximadamente 145 sistemas fotovoltaicos, cuya capacidad instalada era 208,06 kW (Gómez Ramírez et al., 2017).

De estimaciones realizadas por CorpoEma (2010), al año 2010 en Colombia debían existir alrededor de 9 MWp de capacidad solar fotovoltaica instalada, correspondientes a sistemas privados, aplicaciones profesionales y soluciones en Zonas no interconectadas (ZNI). Adicionalmente, de los últimos años se tiene información de la instalación de un buen número de sistemas de capacidades superiores a los 10 kWp (algunos del orden de varios cientos de kWp) tanto en ZNI como en los sectores comercial e industrial. Actualmente, a través del nuevo Sistema de gestión de información y conocimiento en FNCER de la UPME, se está realizando la gestión necesaria para inventariar este tipo de proyectos a través de su registro voluntario por parte de los desarrolladores, instaladores y usuarios interesados en compartir tal información con el público general (UPME y otros, 2015).

La UPME y el Ministerio de Minas y Energía estiman que para antes de 2030 cerca de 10% del consumo energético en Colombia va a provenir de proyectos fotovoltaicos o solares.

El total de empleo en esta tecnología está estimado por la Agencia Internacional de Energía Renovable en 4.000 trabajadores.

Como se desarrolla más adelante, el Portafolio de negocios verdes verificados da cuenta de un conjunto de emprendimientos individuales de distinta escala que producen de manera sostenible en el marco de las soluciones energéticas y desarrollan, entre otros, actividades comerciales de instalación de sistemas fotovoltaicos, sistemas de bombeo y riego con energía solar, colocación de paneles en zonas rurales, etc. Estos emprendimientos

reportan un conjunto acotado de empleo de alrededor de 150 trabajadores. Sin embargo, la existencia de este registro sugiere que el número de trabajadores en actividades similares podría ser mucho mayor.

Energía eólica

En la actualidad en Colombia existe un parque eólico localizado en La Guajira, que se encuentra en operaciones desde 2004. Posee 15 aerogeneradores cada uno con 1,3 MW, lo cual genera una capacidad instalada de 19,5 MW de potencia nominal.

Para promover el crecimiento de las energías alternativas en el país, se han adjudicado diversos proyectos y otorgado licencias para la construcción de nuevos parques eólicos. Se espera que al menos 65 de estos estén funcionando en la Alta y Media Guajira para 2031 y que 2.600 aerogeneradores de energía sean instalados en la región.

De concretarse estos planes, La Guajira, una región que ha sido históricamente marginalizada y energéticamente pobre (IRENA 2020), se podría transformar en una potencia de energía eólica en Colombia y en el continente, pues tendrá la capacidad de producir 30 gigavatios (GW) (Mis finanzas, s.d.)

El empleo que genera la energía eólica en Colombia se encuentra estimado por la Agencia Internacional de Energía Renovable en 1.000 trabajadores.

Tendencias globales en generación y utilización de energías renovables

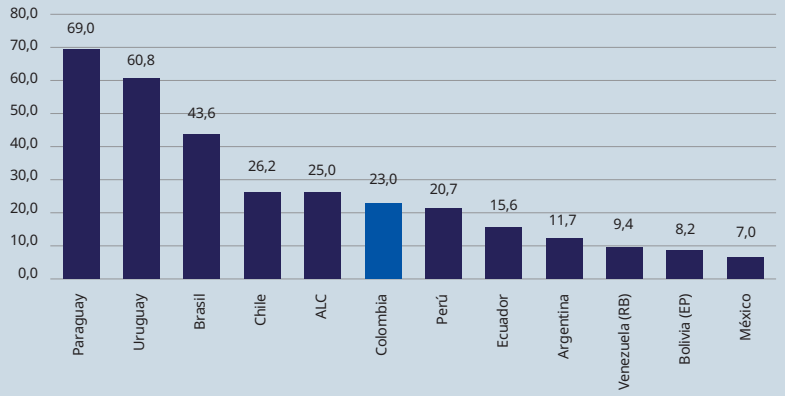
Las energías renovables, incluidas la solar, la eólica, la hidráulica, los biocombustibles y otras, están en el centro de la transición hacia un sistema energético menos intensivo en carbono y más sostenible. En 2018, participaron con 26% en generación de electricidad a nivel global. En 2019, de todas las fuentes de energía en el sector eléctrico, las renovables tuvieron la tasa más alta de crecimiento de generación. La generación de electricidad basada en energías renovables aumentó en un 6,5% (casi 440 TWh), cerca del crecimiento porcentual anual promedio desde 2010 (International Energy Agency).

La hidroenergía es la forma de energía renovable más utilizada en todo el mundo y representa la quinta parte de la electricidad mundial. Esta ha ayudado en el crecimiento económico en muchos países como Brasil, Canadá, China, Estados Unidos y Noruega (Atlas de la Hidroenergía, UPME).

En América Latina la situación de los países difiere, especialmente de acuerdo a la disponibilidad de recursos hidrográficos. Datos de CEPAL muestran

que en 2017 la proporción de renovables en la oferta energética total fue en promedio de 25% para países seleccionados, con un rango de valores de entre 7% en México y 69% en Paraguay. Según esta fuente, Colombia se ubicaría próxima al promedio para la región.

▶Gráfico 29. Proporción renovable de la oferta energética total, países seleccionados



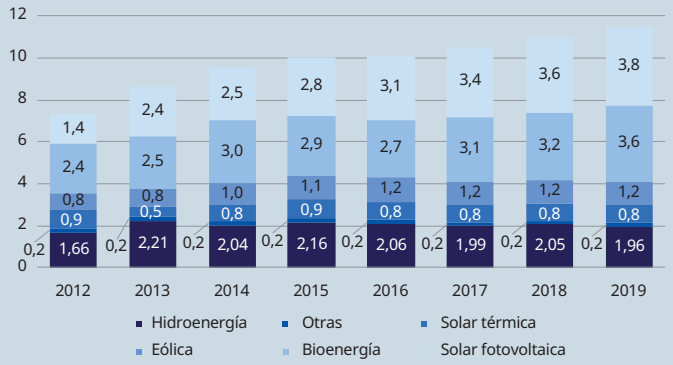
Fuente: elaboración propia con base en datos de CEPAL – CEPALSTAT.

Se espera que la capacidad de energía renovable se expanda en un 50% entre 2019 y 2024, liderada por la energía solar fotovoltaica. Este aumento de 1.200 GW equivale a la capacidad total de potencia instalada de los Estados Unidos en la actualidad. La energía solar fotovoltaica por sí sola representa casi el 60% del crecimiento esperado, y la energía eólica terrestre representa una cuarta parte.

Tendencias globales en generación de empleo

En 2018 el nivel de ocupación en el sector de energías renovables alcanzó los 11 millones de trabajadores a nivel global (Ferroukhi et al, 2020). Se observó un aumento del empleo en todos los tipos de energías renovables. En orden decreciente, China, Brasil, Estados Unidos, India, Alemania, Indonesia, Japón, Francia, Bangladesh y Colombia fueron los países con el mayor número de empleos en el sector de las energías renovables (Unesco, 2016).

▶Gráfico 30. Empleo global en energías renovables, en millones de trabajadores 2012 – 2019



Fuente: IRENA, 2020.

Además, se realizan las siguientes consideraciones.

1. El subsector que más crece es el de la energía solar, seguido de los biocombustibles, que logran movilizar la cadena de valor del agro.
2. La región donde más ha crecido el empleo es Asia (63% del total del empleo existente), liderada por China.
3. En ALC, Brasil se sitúa a la cabeza.
4. Las energías renovables muestran mayor inclusión y balance de género en el empleo: 32% del total de las personas que trabajan son mujeres, comparado con el 21% en el sector de los combustibles fósiles.
5. La energía distribuida, sobre todo para su uso en las economías rurales, se sitúa como un potente motor de creación de empleo.
6. Importante presentar atención al tema del re-*skilling* y de nueva formación.

Numerosos factores determinan la forma y cantidad en que el sector de energías renovables crea empleo a nivel global. Entre estos se encuentran las políticas gubernamentales, la diversificación de las cadenas de suministro, los patrones comerciales y las tendencias de reorganización y consolidación de la industria. Aparte de estos factores, la productividad laboral es un factor de importancia creciente. A medida que las industrias de energía renovable

se vuelven más maduras, obtienen economías de escala, transitan por las curvas de aprendizaje y recurren en mayor medida a procesos automatizados y por lo tanto menos trabajadores son necesarios para una determinada tarea (IRENA, 2019).

El efecto positivo de creación de empleo de la energía renovable es el resultado de una mayor diversidad y duración en las cadenas de suministro, mayor intensidad de mano de obra y mayores márgenes de beneficio neto. Los empleos en energías renovables se pueden crear directa e indirectamente a lo largo de toda la cadena de valor, como en la fabricación y distribución de equipos, la producción de insumos como productos químicos o incluso en servicios como gestión de proyectos, instalación, operación y mantenimiento (OIT, s.d.)

Un reporte reciente de E2 y otras entidades (2020) utiliza datos del Bureau of Labor Statistics para analizar los salarios en el sector. El estudio concluye que los salarios medios por hora para los trabajos de energía limpia en general son aproximadamente un 25 por ciento más altos que el salario medio nacional. Es más probable que los trabajos de energía limpia vengan con beneficios de atención médica y jubilación que los trabajos en el resto del sector privado. Las tasas de sindicalización para empleos de energía limpia son ligeramente más altas que las del resto del sector privado, con algunas excepciones.

El impacto diferencial en la creación de empleo ha sido largamente demostrado. Por ejemplo, la energía creada a través de células solares fotovoltaicas, gas de vertedero o plantas de biomasa crea un mayor número de puestos de trabajo por unidad de energía producida que la energía producida a través de fuentes convencionales (OIT, s.d.)

Algunos estudios sugieren que el número de empleos indirectos es generalmente mayor que el número de empleos directos para todas las tecnologías de energía renovable (Lehr, Lutz y Edler, 2012). Con estas tecnologías, el impacto neto sobre el empleo se deriva de los efectos directos, indirectos e inducidos, positivos y negativos (Breitschopf, Nathani y Resch, 2011) que pueden aparecer, por ejemplo, por la sustitución de energía.

Finalmente, existe controversia respecto de los beneficios ambientales y económicos de los biocombustibles, su contenido energético y el balance energético neto y el debate acerca de si los biocombustibles compiten con la producción de alimentos. Gran parte del empleo en plantaciones de caña de azúcar y aceite de palma en Brasil, Colombia, Malasia e Indonesia tiene lugar en condiciones de bajos salarios y condiciones de trabajo peligrosas. Existe la preocupación adicional de que la producción de biocombustibles a gran escala pueda desplazar de su tierra a un gran número de personas

en los próximos años. Por estos motivos, es necesario un análisis minucioso para determinar que fracción de los empleos en biocombustibles es decente y puede ser legítimamente contado como empleo verde (UNEP, ILO, ITUC, OIE, 2008).

Justificación

El interés por orientar los esfuerzos hacia la producción económica basada en una matriz energética más limpia y con mayor participación de las energías renovables en las fases de extracción primaria, transformación y consumo, es de larga data en Colombia y reconoce motivaciones ambientales, económicas y sociales.

Como se expresa en los planes de desarrollo y demás documentos de política económica, las exigencias impuestas por el cambio climático hacen necesario el diseño de una política energética que formule estrategias para construir escenarios de abastecimiento diversificado, en el marco de la promoción de la seguridad energética, el uso racional y eficiente de los recursos y la integración nacional.

Por otra parte, los acuerdos internacionales ratificados implican un compromiso por implementar modelos de producción más sostenibles y lograr una efectiva reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los próximos años.

Adicionalmente, existe el interés estratégico por superar la presión sobre las cuentas externas que crea la fuerte dependencia de la economía sobre las exportaciones de petróleo, que representaron el 65,3% de las exportaciones tradicionales y el 40,4% de las exportaciones totales en 2019.

Normativa vigente y documentos CONPES

La normativa en que se apoya el marco de desarrollo de las energías renovables es muy amplia, incluye una variedad de medidas adoptadas por órganos de distinta jerarquía y alcance territorial, como leyes, decretos, resoluciones, decisiones, etc. A continuación, se enumeran las más salientes:

1. **Ley 693 de 2001:** establece la obligatoriedad de componentes oxigenados para su uso en los combustibles en ciudades de más de 500.000 habitantes. Se define un plazo de 5 años para implementar la norma de manera progresiva y utilizar gasolina en una mezcla 8% de etanol.

2. **Ley 1715 de 2014, de energías renovables:** por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, que busca, además, promover la gestión

eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.

3. **Resolución 41286 de 2016:** adopta el Plan de Acción Indicativo 2017–2022 para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE), que define metas para cada uno de los usuarios finales, resuelve crear las condiciones para la existencia de mercado de bienes y servicios energéticos eficientes, fortalecer las instituciones relevantes, etc.

Así como los documentos del Consejo Nacional de Política Económica y Social del Departamento Nacional de Planeación (CONPES):

1. **Documento CONPES 3510:** lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia, propone una política orientada a promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia, aprovechando las oportunidades de desarrollo económico y social que ofrecen los mercados emergentes de los biocombustibles. De esta manera, se busca expandir los cultivos de biomasas conocidas en el país y diversificar la canasta energética, dentro de un marco de producción eficiente y sostenible económica, social y ambientalmente, que permita competir en el mercado nacional e internacional.

2. **Documento CONPES 3934 de 2018**: política de Crecimiento Verde. Reconoce que el desarrollo económico será insostenible a largo plazo si degrada y agota la base de los recursos para la producción económica generando altos costos para el ambiente y la sociedad, realiza una serie de propuestas basadas en el aprovechamiento del capital natural, incluyendo las energías renovables.

3. **Documento CONPES 3969 de 2019:** concepto favorable a la nación para otorgar garantía y celebrar operaciones asimiladas a operaciones de crédito público externo, a favor de las Financieras de Desarrollo Nacional (FDN) hasta por la suma de USD 53,3 millones para contratar garantías con la banca multilateral cuyo destino debe ser el respaldo al financiamiento de iniciativas de energías renovables y eficiencia energética.

Objetivos, metas e indicadores

La política de Crecimiento Verde tiene por objetivo reducir la intensidad energética, incrementar la participación de las energías limpias y lograr mayores niveles de aprovechamiento de la biomasa residual.

Intensidad energética

La intensidad energética muestra la productividad en valor agregado por unidad de energía invertida, es decir, permite entender la relación entre el consumo de energía y el desarrollo económico de un país y de los sectores económicos que lo componen. Se calcula como el cociente entre el consumo energético y el PIB.

▶Cuadro 53. Indicadores y metas agregados de la Estrategia nacional de Economía Circular

Indicador	Línea de base (2015)	Meta 2030
Intensidad energética (Tj)	3,7	2,9

Fuente: Gobierno de la Republica de Colombia, 2019, Documento CONPES 3934.

En materia de intensidad energética, las metas de política aspiran a reducir el indicador de consumo energético a 2,9 terajulios por cada mil millones de pesos de PIB generado, medido en pesos de 2005. Se obtendría una reducción en la intensidad del 21,6 %. Dado que la intensidad energética es el inverso de la eficiencia, la expectativa de una caída en la intensidad es equivalente a esperar un aumento en la eficiencia.

Flujo de energía

Las metas en materia de eficiencia alcanzan a sectores específicos, como el transporte y la industria.

▶Cuadro 54. Metas para el flujo de la energía en la Estrategia Nacional de Economía Circular

Nombre del Indicador	Meta
Tj de energía ahorrados por programas de eficiencia energética en los sectores: transporte, industria, terciario y residencial	A 2022 mejorar la eficiencia energética en un 9,05 % a través de programas en los sectores identificados
MW instalados a partir de fuentes renovables	2022 aumentar la capacidad de generación a 1500 MW con energías limpias
Número de vehículos eléctricos registrados en el Registro Único Nacional de Tránsito -RUNT	2022 no menos de 6.600 vehículos eléctricos registrados en el RUNT
MW instalados de generación a partir de biomasa	Promover para 2022 un aumento de por lo menos el 10% en la capacidad actual instalada de generación con biomasa

Fuente: Gobierno de la Republica de Colombia, 2019.

Flujo de biomasa

Para los próximos años se prevén las siguientes metas.

▶Cuadro 55. Metas para el flujo de la biomasa en la Estrategia Nacional de Economía Circular

Nombre del Indicador	Meta
Toneladas de biomasa residual aprovechada	A 2030, incrementar en 20% el aprovechamiento de la biomasa residual con respecto a la línea base de los sectores priorizados de 2020.
Número de proyectos innovadores para el aprovechamiento de biomasa residual	A 2022, implementar 4 proyectos para el aprovechamiento de biomasa.

Fuente: Gobierno de la Republica de Colombia, 2019.

La línea de base estaría dada por una producción anual de cerca de 178 millones de toneladas de biomasa proveniente de cultivos agrícolas (41%), actividades pecuarias (59%) y sector residencial (<1%) (UPME, 2018).

Los empleos verdes en el sector de energías renovables en la contabilidad nacional

Con el propósito de identificar los empleos verdes, estimaciones de carácter puntual permiten orientar el análisis hacia grupos específicos de trabajadores.

1. Empleos verdes identificados por el DANE en el marco de las estimaciones de las cuentas de la Economía Circular.
2. Estimaciones en las ramas de actividad relevantes de la CIIU4 adaptada para Colombia.
3. Los emprendimientos registrados en el Portafolio de Negocios Verdes Verificados del Minambiente.

Empleos verdes estimados por el DANE

Cifras aportadas por el DANE muestran que en 2019 las actividades de gestión de recursos minerales y energéticos generaron 9.836 empleos ambientales y dentro de estos 6.812 empleos verdes (Cuadro 56).

▶Cuadro 56. Empleos ambientales y empleos verdes en gestión de recursos minerales y energéticos, años 2017 – 2019

Gestión de recursos minerales y energéticos	2017			2018			2019		
	Asal.	Indep.	Total	Asal.	Indep.	Total	Asal.	Indep.	Total
Empleos ambientales	4.210	302	4.512	5.160	1.443	6.603	8.004	1.832	9.836
Empleos verdes	4.038	140	4.178	5.018	284	5.302	6.243	569	6.812
Porcentaje de empleos verdes / ambientales	95,9%	46,4%	92,6%	97,2%	19,7%	80,3%	78,0%	31,1%	69,3%

Fuente: con base en el DANE.

En los últimos tres años los empleos ambientales en gestión de recursos minerales y energéticos duplican su cuantía. Dentro de la categoría ambiental, el segmento de empleos verdes crece relativamente menos, en una proporción del 63%. El dato por categoría ocupacional muestra que tanto los trabajadores asalariados como los independientes contribuyen al menor incremento relativo de los empleos verdes frente a los ambientales. En efecto, mientras que entre 2017 y 2019 los asalariados perdieron casi 18 puntos porcentuales de empleos verdes en relación a ambientales, al pasar de 96% a 78%, los trabajadores independientes perdieron 15 puntos porcentuales al pasar de 46,4% a 31,1%.

Es decir, durante el periodo, los empleos en la categoría ambiental de gestión de recursos minerales y energéticos aumentaron en número, pero este incremento fue acompañado de cierto deterioro, al reducirse la proporción de empleos ambientales que se ejecutan en condiciones de justa remuneración, derechos de los trabajadores y protección laboral.

Combustibles fósiles

Los trabajadores ocupados en actividades de suministro de petróleo, gas y carbón se observan en el cuadro 57.

▶Cuadro 57. Empleo en sector de explotación hidrocarburífera, agosto de 2020

Actividad	Empleo
Extracción de hulla (carbón de piedra)	9.955
Extracción de petróleo crudo	10.977
Actividades de apoyo para la extracción de petróleo y de gas natural	12.164
Fabricación de productos de la refinación del petróleo	1.096
Producción de gas; distribución de combustibles gaseosos por tuberías	8.772
Total	49.965

Fuente: elaboración propia con base en microdatos de GEIH, DANE, correspondientes a agosto de 2020.

El sector de explotación de petróleo, carbón y gas natural emplea aproximadamente 43.000 trabajadores directos en actividades de extracción, fabricación y distribución de esos combustibles fósiles.

Energías renovables

Con base en las clasificaciones utilizadas en la CIIU4 adaptada para Colombia, los empleos en producción de energías renovables propiamente dichos, es decir, los empleos en procesamiento y no los relacionados con la recolección de residuos orgánicos, se encuentran contabilizados en la clase de generación de energía eléctrica, que incluye, entre otros:

- La gestión de las instalaciones de generación de energía eléctrica, ya sean térmicas, hidroeléctricas, de turbina de gas, de diesel y de energías renovables (obtenidas de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales, ejemplo: la energía eólica, solar, etc.)

- La cogeneración, que consiste en el proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica, que hace parte integrante de una actividad productiva, destinadas ambas al consumo propio o de terceros y destinadas a procesos industriales o comerciales.

Los empleos en suministro de electricidad se observan en el cuadro 58.

▶Cuadro 58. Empleo en el sector de energía eléctrica, agosto de 2020

Actividad	Empleo
Generación de energía eléctrica	32.611
Transmisión de energía eléctrica	495
Distribución de energía eléctrica	9.310
Comercialización de energía eléctrica	7.080
Total	49.496

Fuente: elaboración propia con base en microdatos de GEIH, DANE, correspondientes a agosto de 2020.

Las actividades relacionadas con la producción de electricidad emplean aproximadamente a 49.500 trabajadores, el 66% de estos en actividades de generación de energía eléctrica y el resto en actividades de transmisión, distribución y comercialización de electricidad (cuadro 58).

Los datos de balances energéticos muestran que la matriz de generación eléctrica colombiana contiene un alto componente de energía renovable, tomando en cuenta que, para 2019, el 77,6% de la capacidad instalada es hidroeléctrica. Las tecnologías eólica y solar representan 0,1% y 0,2% respectivamente. Trasladando estos porcentajes de participación de las renovables al total de empleo en suministro de energía eléctrica, puede afirmarse que 38.560 trabajadores tendrían empleos ambientales.

A su vez, según información del DANE, que el sector de suministro de energía eléctrica se caracteriza por un grado de asalarización del 96% de sus trabajadores, con lo que es probable que buena parte de los mismos verifiquen las condiciones de remuneración justa, derechos de los trabajadores y protección social.

Si se aplica a los trabajadores en suministro de electricidad el porcentaje de empleos verdes sobre ambientales correspondiente a trabajadores asalariados, la aproximación sugiere que los empleos verdes podrían ser de alrededor de 37.000. Cabe destacar que esta aproximación se enfoca exclusivamente en los empleos en producción de energía eléctrica.

Negocios verdes verificados

El Portafolio de Productores de Negocios Verdes, elaborado por la Oficina de Negocios Verdes Sostenibles del MADS, dispone de información de más de 1.110 productores verdes, 929 de los cuales han sido verificados y 181 se encuentran en dicho proceso. Desde su creación y especialmente durante la emergencia sanitaria causada por la COVID-19, el Portafolio no solo apoya a

quienes producen conservando y conservan produciendo, también brinda un servicio a los consumidores acercando información comercial de una parte de la oferta de productos ambientales en las categorías de agrosistemas y agroindustria sostenible, biocomercio, aprovechamiento y valoración de residuos, construcción sostenible y soluciones energéticas.

En el segmento de soluciones energéticas se incluye información comercial de por lo menos 17 emprendimientos, que en total reportan un volumen de empleo de 150 trabajadores. Los negocios listados se dedican a la comercialización de briquetas y pellets, a diversos tipos de instalaciones con energía solar como la instalación de montajes solares fotovoltaicos y alumbrado para exteriores, sistemas de bombeo y riego e impulsores para cercado eléctrico con energía solar. También se registran negocios de cocinas y hornillas ecológicas y estufas ecoeficientes. Asimismo, han sido incluidos negocios en el rubro de la capacitación ambiental y consultorías en mercados de carbono. El Cuadro 59 a continuación muestra algunos ejemplos.

▶Cuadro 59. Negocios Verdes Verificados en soluciones energéticas – ejemplos seleccionados

Departamento	Producto lider	Total empleados
Antioquia	Energía solar e ingeniería eléctrica	11
Atlántico	Sistemas de bombeo y riego con energía solar	4
Guaviare	Instalación de montajes eléctricos solares fotovoltaicos y alumbrado para exteriores	6
Risaralda	Briquetas y pellets	3

Fuente: extraído de MADS, 2020

Puestos sin cubrir

Son puestos de trabajo para los que existe una búsqueda activa y que se anuncian para ser cubiertos de manera inmediata con un trabajador ajeno a la empresa. Un puesto vacante puede deberse a la necesidad de reemplazar a un trabajador o a la necesidad de la empresa de ampliar su fuerza de trabajo para hacer frente a una demanda incrementada.

El cuadro 60 muestra algunos ejemplos de puestos sin cubrir para el sector de energías renovables y eficiencia energética.

▶Cuadro 60. Características de algunos puestos vacantes en la semana de referencia en el sector de energías renovables y eficiencia energética

Nombre del puesto	Requisitos de educación	Requisitos de experiencia	Remun. Ofrecida COP	Remun. Ofrecida SM
Director de obra	Profesional en ingeniería eléctrica, mecánica, industrial o civil. Posgrado	5 años	s.d.	s.d.
Requisitos de la posición / Descripción de actividades				
Actividades de coordinación en plantas renovables no convencionales solar o eólicas; subestaciones de potencia y líneas de alta tensión durante la fase de construcción y puesta en servicio del proyecto.				
Director de proyectos – especialización en eficiencia energética	Profesional en Ingeniería Eléctrica, Mecánica o afines	3 años	3.700.000,0	4,2
Requisitos de la posición / Descripción de actividades				
Actividades de estudios de calidad de la energía, desarrollo y puesta en marcha de proyectos.				
Ingeniero electricista, electromecánico o afines	No especifica	3 años	3.965.000,0	4,5
Requisitos de la posición / Descripción de actividades				
Actividades con enfoque especial en energías renovables y desarrollo sostenible | Implementación de estrategias para la eficiencia energética y cuidado del agua | Manejo de indicadores, análisis en los consumos y ahorros de agua y energía.				
Ejecutivo comercial Internacional – energía solar renovable	Profesional en careras de Ingeniería Industrial, Química, Eléctrica	1 año	2.000.000,0	2,3
Requisitos de la posición / Descripción de actividades				
Actividades de tipo comercial | Requiere idioma inglés | Se especifica rango de edad entre 20 y 35 años.				
Supervisor técnico de instalaciones fotovoltaicas	Profesional en carreras tecnológicas	2 años	1.500.000,0 2.000.000,0	1,7 2,3
Requisitos de la posición / Descripción de actividades				
Actividades de supervisión en campo de la ejecución de proyectos fotovoltaicos.				
Técnico instalador de paneles solares	Técnico o tecnólogo eléctrico, electricista, electromecánico o afines	En instalación y conexión a red de paneles solares.	s.d.	s.d.
Requisitos de la posición / Descripción de actividades				
Apoyo en el montaje e Instalación de paneles fotovoltaicos (energía solar). Requiere curso avanzado en alturas.				

Fuente: Elaboración propia con base en anuncios publicados en portales de empleo electrónicos en la semana de referencia del 4 al 11 de noviembre de 2020.

Los resultados de la búsqueda en los portales de empleo electrónicos visitados, en general, muestran dinamismo en los anuncios de puestos vacantes de energías renovables y de eficiencia energética. Es posible dar con solicitudes para cargos de distintos niveles de calificación en varias de las categorías de energía analizadas. Por ejemplo, se encuentran requerimientos de cargos directivos y de coordinación de proyectos en actividades en plantas renovables no convencionales. La remuneración ofrecida, cuando se especifica, resulta superior en más de cuatro veces al salario mínimo. Otros perfiles solicitados en la semana de referencia son ejecutivos, ingenieros, comerciales y técnicos, especialmente en instalación de paneles solares fotovoltaicos. La mayoría de los anuncios especifican requerimientos de experiencia y los salarios ofrecidos son, en todos los casos, superiores al salario mínimo, en por lo menos un 70%. La búsqueda no produjo resultados para palabras clave como biomasa o carros eléctricos.

Potencial de creación de empleo verde en el sector de energías renovables

Las metas de eficiencia energética, de mayor participación de FNCER, el incremento en la utilización de biomasa y la mayor cantidad de vehículos eléctricos como porción del parque automotor, conllevan el potencial de la creación de empleo.

En un sentido amplio, todos los trabajadores de los sectores agrícolas y pecuarios asociados a la generación de biomasa residual son potenciales empleos verdes. Esto es, los trabajadores de los principales cultivos para la producción de biomasa, de la cría de animales y de la recolección de residuos orgánicos urbanos.

- Trabajadores en cultivo de café, maíz, plátano y banano, caña de azúcar, palma para aceite, arroz.
- Trabajadores en cría de ganado bovino y porcino, cría de aves de corral.

▶Cuadro 61. Empleos en sectores productores de biomasa

Actividad	Empleos
Cultivo de café	642.358
Cría de ganado bovino y bufalino	539.569
Cultivo de plátano y banano	229.906
Cría de aves de corral	101.895
Cultivo de caña de azúcar	94.799
Cultivo de palma para aceite (palma africana) y otros frutos	51.511
Cría de ganado porcino	44.915
Cultivo de arroz	27.616
Extracción de madera	13.589
Silvicultura y otras actividades forestales	2.759
Total	1.758.918

Nota: Datos correspondientes a agosto de 2020.

Fuente: elaboración propia con base en microdatos de GEIH, DANE

Hay aproximadamente 1,8 millones de empleos en la agricultura, que podrían estar asociados a la producción de biomasa residual y que por lo tanto tienen el potencial de ser empleos verdes.

En un sentido más restrictivo, las ocupaciones creadas en las plantas de transformación de la biomasa, podrían generar en principio los empleos derivados de una utilización incrementada en un 20% en relación a la línea de base, lo que implica aproximadamente 3.720 trabajadores.

Potencial de destrucción de empleo

La transición hacia un modelo económico en el cual el cierre del ciclo de productos es la norma en la producción y las emisiones de CO_2 se encuentran sensiblemente reducidas, lo cual entraña oportunidades de creación de empleo para distintos niveles de calificación. Simétricamente, desde el punto de vista de la política de mercado de trabajo, debe preverse que los sectores tradicionales sufrirán desfinanciamiento, reducción de inversiones y el cierre progresivo de importantes segmentos en sus operaciones, en la medida en que las normas ambientales comiencen a regir de manera vinculante en la economía global.

Colombia es el cuarto mayor exportador de carbón térmico en el mundo y exporta el 90% de su producción gracias a su alta calidad y bajos costos de

producción. Pero la demanda de carbón colombiano se vería afectada de forma negativa, en las próximas décadas, debido a las rigurosas políticas climáticas y ambientales de los países importadores (OEI y Mendelevitch, 2019). Esto implicaría un costo significativo para el empleo. Más de 30.000 colombianos están directamente empleados en operaciones de carbón a gran escala en los departamentos del Cesar y La Guajira, y otros 100.000 trabajan en minas pequeñas y medianas en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Norte de Santander, Santander y Antioquia. Los departamentos del Cesar y La Guajira tienen pocas alternativas de empleo e ingresos más bajos en comparación con el promedio nacional (Saget et al., 2020).

Bien gestionadas, las transiciones hacia economías ambiental y socialmente sostenibles pueden constituir un importante motor para la creación de puestos de trabajo, la mejora de la calidad del empleo, la justicia social y la erradicación de la pobreza. La ecologización de todos los empleos y las empresas mediante la introducción de prácticas más eficientes desde el punto de vista de la energía y de los recursos, la prevención de la contaminación y la gestión sostenible de los recursos naturales conduce a la innovación, potencia la resiliencia y genera ahorro, lo que atrae nuevas inversiones y activa el empleo. (OIT, 2015).

Seguridad y Salud en el Trabajo

La transición hacia una economía verde que implique empleo decente y cuidado del medio ambiente debe integrar los aspectos de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) como parte integral de la estrategia de creación de empleo. En el caso de las instalaciones para la explotación de energías renovables resultan fundamentales:

1. La evaluación y gestión de riesgos desde la fase de diseño hasta el ciclo de vida del proyecto.
2. La aplicación de las normas de calidad de la SST en los empleos verdes.
3. La práctica del diálogo social y participación de las organizaciones de empleadores, comercio, sindicatos y otras partes interesadas en la formulación de políticas y la gobernanza.

En el caso particular de las energías renovables, la ejecución de las acciones presenta, en todas las etapas de la producción, riesgos de diversa índole para los trabajadores. La prevención de dichos riesgos incluye un conjunto de medidas como la capacitación, la provisión de equipos de protección personal (EPP) adecuados, la realización de auditorías como herramienta de vigilancia para el cumplimiento de las normas de seguridad en las instalaciones (Recio Fuertes, 2016) y la provisión de un seguro de riesgos

para poder proveer atención adecuada ante una eventualidad en el ámbito de la seguridad y la salud.

Un estudio de la OIT de 2012 describe los siguientes como los principales riesgos asociados a cada una de las tecnologías de energías limpias:

- Solar fotovoltaica: durante la etapa de manufactura de paneles solares los operarios se encuentran expuestos a más de quince tipos de materiales peligrosos y agentes de limpieza tóxicos.
- Instalaciones eólicas: los trabajadores se encuentran expuestos a riesgos de químicos y solventes, gases y vapores dañinos, riesgos físicos y la presencia de polvo y humo. Esta exposición puede redundar en dermatitis, daño hepático y renal, ampollas, quemaduras químicas.
- Hidroenergía: los riesgos durante la construcción, operación y mantenimiento incluyen riesgo eléctrico, de contacto con el agua y de maquinaria en movimiento. Exposición a sustancias químicas.
- Bioenergía: existen los mismos riesgos que para el tratamiento de los combustibles fósiles. Durante el procesamiento térmico: exposición a agentes cancerígenos, fuertes metales y gases, material particulado y sustancias químicas plomo, mercurio y dioxinas.

Conclusiones y recomendaciones

El gran potencial de Colombia para la generación de energías limpias está dado por su localización geográfica, que favorece la posibilidad de disponer durante todo el año de varias horas de luz solar por día en todo el país, por las buenas condiciones para aprovechar las masas de aire en movimiento, por la abundancia de recursos hidrográficos y la enorme superficie destinada a las producciones agrícola y pecuaria.

La participación de las FNCER en la matriz energética actual es baja, son necesarias inversiones y políticas industriales para propiciar efectivamente la mayor participación de las mismas.

Algunos estudios encontraron que los empleos en energías renovables tienen mejor remuneración y prestaciones que los puestos en energía fósil, además de presentar mejor balance de género.

La transición producirá eliminación de puestos de trabajo en los sectores tradicionales y generará nuevas oportunidades en los sectores promovidos. Las oportunidades de inclusión social y sostenibilidad a largo plazo del empleo en la región dependerán de la presencia de una fuerza laboral con la educación y las habilidades necesarias, y políticas de protección social.

Referencias bibliográficas

CONAMA -Congreso Nacional de Medio Ambiente- 2012. GT10. Biomasa: Bioenergía para el empleo. Coordinado por: Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales.

Documento CONPES 3477, 2007. Estrategia para el desarrollo competitivo del sector palmero colombiano.

Documento CONPES 3510, 2008. Lineamientos de política para promover la producción sostenible de biocombustibles en Colombia.

E2, Acore, CELI and Research Partnership, 2020. Clean jobs, better jobs. \an examination of clean energy job wages and benefits.

Faaij, A.P.C. (1997). Energy from biomass and waste. Utrecht University Repository.

FAO 2020, FAO. 2020. Manual de metodología de estimación de empleo verde en la bioenergía. Herramientas para la investigación de los efectos de la producción bioenergética sobre el empleo en las provincias. Buenos Aires. https://doi.org/10.4060/ca8278es

Ferroukhi, R., X.G. Casals and B. Parajuli (2020) Measuring the socio-economics of transition: Focus on jobs, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

Gobierno de la Republica de Colombia, 2019. Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Bogotá D.C., Colombia. Presidencia de la República; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Gómez-Ramírez, Jhonnatan, Jairo D. Murcia-Murcia, Ivan Cabeza-Rojas, 2017. La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas. Facultad de Ingeniería Mecánica Universidad Santo Tomás Carrera 9 N.º 51 - 11, Bogotá Colombia.

IRENA (2013), Renewable Energy and Jobs, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA 2019. Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2019.

IRENA 2020. Renewable Energy and Jobs Annual Review 2020.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2020. Portafolio de Productores de Negocios Verdes.

Ministerio de Minas y Energía, Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia

OIT – Organización Internacional del Trabajo – s.d. Green jobs and renewable energy: low carbon, high employment.

OIT - Organización Internacional del Trabajo – 2012. Promoting Safety and Health in a Green Economy.

OIT - Organización Internacional del Trabajo – 2015. Directrices de política para una transición justa hacia economías y sociedades ambientalmente sostenibles para todos.

PNUMA, OIT, IOE, CSI, 2008.

Recio Fuertes, 2016. Seguridad y salud en el ámbito de las energías renovables, Formación de seguridad laboral.

Saget, Catherine, Vogt-Schilb, Adrien y Luu, Trang (2020). El empleo en un futuro de cero emisiones netas en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Internacional del Trabajo, Washington D.C. y Ginebra.

Táutiva Mancera et al. 2015. Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia

UPME – Unidad de Planeación Minero – Energética, 2009, Biocombustibles en Colombia

UPME – Unidad de Planeación Minero – Energética, Atlas del potencial energético de la Biomasa Residual en Colombia

Villada Duque, F., J. M. López Lezama, y N. Muñoz Galeano, "Effects of Incentives for Renewable Energy in Colombia," Ing. Unv., vol. 21, no. 2, pp. 257-272. doi: http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.iyu21-2.eire

WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo. París, UNESCO.

Sitios web consultados

ACER, Asociación Colombiana de Energías Renovables https://www.asorenovables.com/energia-de-la-biomasa/

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia, https://www.fedebiocombustibles.com

Impacto Tic, This is how the market for electric cars in Colombia advances, https://impactotic.co/en/electric-cars-move-fast-safe/

Mis finanzas.com https://www.misfinanzasparainvertir.com/el-futuro-prometedor-de-la-energia-eolica-en-colombia-y-el-mundo/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20est%C3%A1%20la%20energ%C3%ADa%20e%C3%B3lica,19%2C5%20MW%20de%20potencia.

Portafolio, "Colombia lidera el mercado de vehículos eléctricos particulares" https://www.portafolio.co/economia/colombia-lidera-el-mercado-de-vehiculos-electricos-en-la-region-531242

UPME, http://www1.upme.gov.co/InformacionCifras/Paginas/PETROLEO.aspx

Irena: https://public.tableau.com/views/IRENAREsourceRenewableEnergyEmployment/ExploreMore?:showVizHome=no&publish=yes&:toolbar=no

Conclusiones



El compromiso asumido en Colombia por alcanzar una economía baja en carbono, resiliente y con alto grado de circularidad en el uso de los recursos naturales y materiales, se traduce en medidas e impactos concretos en los sectores económicos, la producción y el empleo. En este marco, se espera que la transición hacia una producción más sostenible produzca movimientos de creación y destrucción de empleos y modificación de los empleos existentes. Colombia se comprometió a implementar medidas para la creación de empleo verde y para mantener los potenciales impactos en el empleo dentro del marco de una transición justa.

Entre los instrumentos que guían la política para la transición productiva, la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) es un importante documento fundacional, que establece objetivos sectoriales tendientes a aumentar la productividad en el uso de recursos como el agua y la energía, mejorar las oportunidades para el aprovechamiento de los residuos generados por las múltiples actividades económicas y aumentar la duración y cerrar el ciclo de vida de los productos, entre otros efectos. Asimismo, la ENEC ha cuantificado indicadores y metas físicas que constituyen objetivos de política hacia los cuales se dirige el esfuerzo productivo.

El sector de gestión del agua, el sector de gestión y aprovechamiento de residuos procedentes de distintos bienes fuera de uso y el sector energético, se encuentran entre los sectores con objetivos específicos identificados y metas cuantificadas en la ENEC.

En este informe se proyectó la creación de empleo verde en los mencionados sectores, asumiendo que las metas sectoriales establecidas en la ENEC se verificarán en los plazos previstos. Además, para caracterizar la línea de base fue necesario estimar la dimensión actual de los empleos verdes en los sectores estudiados, para lo cual se recurrió a distintas metodologías dependiendo del sector. Esto implicó obtener una aproximación al número de trabajadores en actividades ambientales y, fundamentalmente, a sus condiciones laborales, para conocer el grado de cumplimiento de los estándares de trabajo decente e identificar áreas potenciales de intervención.

En un mercado de trabajo sujeto a los cambios previstos e imprevistos que supone el tránsito hacia una economía descarbonizada y resiliente, la magnitud y composición laboral de los sectores y subsectores afectados es relevante, ya que indica la proporción de la fuerza laboral que requerirá programas de capacitación y entrenamiento en nuevas habilidades, que deberá adaptarse a nuevos métodos de producción o que requerirá apoyo en la búsqueda de una nueva ocupación y demandará medidas activas de mercado laboral.

El cuadro a continuación muestra algunos de los resultados obtenidos.

▶Cuadro 62. Creación de empleos verdes en el marco de la Economía Circular

Sector	Empleos verdes actuales	Áreas con potencial de expansión	Proyecciones de empleo (1)
Tratamiento de aguas residuales	5.000	Construcción, operación y mantenimiento de nuevas PTARs	Empleos totales creados por inversiones de USD 1 millón 26,5
Gestión de residuos sólidos urbanos y reciclaje de materiales	35.000	Mayor aprovechamiento de los residuos para reciclaje y reutilización	Gestión de RSU 8.300 empleos directos adicionales hacia 2030
Gestión y tratamiento de residuos procedentes de llantas usadas	1.270	Recolección, reencauche y reciclaje de llantas usadas para su uso en la industria	Gestión de llantas usadas 1.500 empleos en sector reencauche y un número menor en reciclaje
Gestión y tratamiento de residuos procedentes de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	3.200	Mejora de indicadores de trabajo decente, mayor aprovechamiento de residuos	Mayor aprovechamiento de los RAEE Entre 7.350 y 17.150 empleos a 2022
Gestión y tratamiento de residuos procedentes de la construcción y demolición (RCD)	No cuantificado	Mayor aprovechamiento de los RCD; procesos de simbiosis industrial	No cuantificado
Sector de energías renovables (2)	272.100 (*)	Producción de biocombustibles líquidos y biogás, producción de biomasa	Plantas de transformación de biomasa 3.720 empleos a 2030
Total sectores analizados	316.570	-	Entre 20.000 y 30.000

Fuente: elaborado con base en los resultados del estudio.

Como se notó, estas estimaciones deben evaluarse considerando que se realizaron con diferentes métodos de cálculo y distintos grados de disponibilidad de datos, a la vez que siguiendo hipótesis de comportamiento futuro. Seguido a dichas consideraciones, los resultados muestran un importante potencial de creación de empleos verdes asociados a las

metas establecidas en la ENEC. Los sectores de reciclaje se destacan por su potencial de creación, directamente asociado a un escenario de mayor aprovechamiento de los residuos. En el caso del tratamiento de aguas residuales, se incluyó como medida genérica la cantidad de empleo total que generaría una inversión de USD un millón. En el caso de las energías renovables, se proyectaron posibles valores de creación de empleo asociados a un aprovechamiento biomásico 20% superior al actual.

Respecto de los indicadores de trabajo decente, cabe reiterar algunas de las aclaraciones que se realizaron a lo largo del estudio. En primer lugar, por tratarse de subsectores no identificados como tales en las estadísticas laborales, los indicadores de trabajo decente no siempre se encuentran disponibles para el conjunto de trabajadores analizado. La información existente permitió analizar las dimensiones de oportunidades de empleo por género, participación de asalariados, características sociales de trabajadores por cuenta propia.

Se detectó una marcada brecha de género en todos los sectores estudiados. A pesar de la distinta procedencia de los datos, tanto la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) como los microdatos expandidos para diversas rondas de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) dan cuenta de la gran brecha en oportunidades de empleo entre hombres y mujeres. En el sector hídrico solo el 18,4% de los empleos son ocupados por trabajadoras (elaborado con microdatos expandidos de la GEIH). En el sector de reciclaje, la distribución se da de manera más equilibrada, las trabajadoras ocupan el 30% de los empleos. Sin embargo, cabe notar que en ciertos segmentos del reciclaje son clásicamente masculinos, como el de RAEE y de RCD. El sector del reencauche de llantas, la participación en la industria es de 79% para hombres y 21% para mujeres (EAM, 2019). En actividades energéticas, el sector industrial de la mezcla de combustibles también muestra una distribución favorable a los hombres, que detentan el 72% de las ocupaciones, respecto del 28% ocupado por trabajadoras.

Las medidas de Seguridad y Salud en el Trabajo identificadas por sector, tienen el propósito de alertar sobre los riesgos más típicos en las respectivas ocupaciones, pero de ninguna manera son exhaustivas en relación al tema. En las ocupaciones que requieren el contacto físico con materia contaminada y elementos de desecho, las medidas de control incluyendo capacitación y provisión de equipamiento adecuado deben extremarse para garantizar la protección de los trabajadores.

En todos los sectores que se revisaron fue posible identificar llamados a cubrir puestos vacantes de empleos verdes. Si bien la información relevada no se origina en fuentes primarias y no tiene entidad suficiente como para

configurar una función de demanda de empleo, los puestos sin cubrir anunciados en portales de empleo electrónico sugieren el dinamismo de la Economía Circular e incluso dan cuenta de su resiliencia, considerando que las búsquedas de personal para cubrir puestos vacantes con trabajadores ajenos a la empresa fueron identificadas durante los meses de septiembre y octubre de 2020, es decir, en el contexto de la emergencia sanitaria de la COVID-19 aún regía la conducta laboral de los agentes.

Además de las políticas ambientales y laborales que garantizan una transición justa, las mediadas de apoyo a la industria pueden contribuir en aspectos como la incorporación de tecnología para agregar valor a la actividad de aprovechamiento y reciclaje de residuos, la comercialización de nuevos productos.

Como conclusión del estudio, las metas establecidas en la ENEC para aumentar la productividad de los recursos naturales, aumentar los niveles de aprovechamiento de los residuos y cerrar el ciclo de vida de los materiales, tienen un impacto ambiental mensurable y representan una contribución relevante al propósito general de reducir emisiones de carbono. Su concreción, además, conlleva el potencial de crear varios miles de empleos que, si se dan en condiciones de trabajo decentes, se clasifican como empleos verdes.





Oficina de la OIT para los Países Andinos

Edificio Torre Andina
Calle 84A # 12-18. Oficina 504
Bogotá - Colombia

Tel: +57 60 2 6237414
www.ilo.org/colombia

OITAndina