
PERTE DE ECONOMÍA CIRCULAR: RETOS Y PRINCIPALES HITOS

CRISTINA DEL RÍO

FRANCISCO J. LÓPEZ-ARCEIZ

Universidad Pública de Navarra

El término PERTE corresponde al acrónimo de Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica. Estos proyectos se enmarcan dentro del Plan Nacional de Recuperación, Transformación y Resiliencia que, a su vez, forma parte del Plan de Recuperación para Europa NextGeneration EU. Uno de los doce PERTEs aprobados hasta la fecha, es el PERTE Economía Circular – PERTE EC - cuyo objetivo es «contribuir a los esfuerzos por lograr una economía sostenible, descarbonizada, eficiente en el uso de los recursos y competitiva» (Gobierno de España, 2022). Este plan se estructura en torno a dos líneas de acción: Actuaciones en sectores clave y actuaciones transversales. En concreto, esta última línea del PERTE EC pasa por impulsar la implantación de esquemas circulares en tres sectores específicos que abordan serios retos de sostenibilidad y para los que se requiere tomar medidas en pro de la consecución de un modelo circular. Los tres sectores señalados son: el textil, el plástico y la industria de bienes de equipo en relación con las energías renovables.

Con este estudio se persigue realizar un diagnóstico sobre el nivel de desarrollo de prácticas vinculadas a la Economía Circular en tres sectores clave para la industria española (textil, plástico y bienes de equipo para la industria de las energías renovables). Para ello, se toma como punto de partida las cuentas medioambientales publicadas por el Instituto Nacional de Estadística (2022). Adicionalmente se ha dispuesto de dos encuestas elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística: la encuesta sobre recogida y tratamiento de residuos (Instituto Nacional de Estadística, 2020a) y la encuesta de generación de residuos en la industria (Instituto Nacional de Estadística, 2020b). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto un incremento el nivel de residuos

generados desde el año 2012, siendo la recuperación un tratamiento minoritario. Como principales contribuciones destacamos la necesidad de apostar por la Economía Circular, así como la necesidad de dotar al sector industrial de líneas de financiación que permitan desarrollar una transición ecológica.

Para la consecución del propósito del trabajo éste se estructura de la siguiente forma. A continuación, se presenta el contexto de estudio del PERTE-EC y se define el concepto de Economía Circular. Posteriormente, se presenta la metodología de trabajo seguida para analizar y evaluar la generación y gestión de residuos en los sectores analizados. Por último, se

presentan los resultados y las principales conclusiones alcanzadas.

EL PERTE EN ECONOMÍA CIRCULAR: LA ECONOMÍA CIRCULAR Y SU CONTEXTO ↓

A pesar de la relevancia que el término Economía Circular ha adquirido en los últimos años, lo cierto es que no se trata de algo novedoso. A finales de la década de los sesenta, Spilhaus (1966) ya apuntaba a la necesidad de construir un sistema económico completamente cerrado donde el agua debería ser depurada y reutilizada y donde los residuos sólidos fueran materias primas que volvieran a incorporarse a los procesos productivos. Sin embargo, no sería hasta la década de los noventa cuando distintos planteamientos cuestionan el enfoque lineal de la economía y apuestan por un enfoque circular donde todo sea una entrada en todo lo demás (Pearce *et al.*, 1989; Pearce & Turner, 1990; Ekins *et al.*, 1992).

Estos antecedentes conducen a diferentes definiciones de Economía Circular (Rizos *et al.*, 2017; Kirchner *et al.*, 2017). Así, Preston (2012) considera que la Economía Circular es un enfoque que transformaría la función de los recursos en la economía. Así, los residuos se convertirían en una entrada valiosa para otro proceso, y los productos podrían ser reparados, reutilizados o mejorados en lugar de ser desechados. De forma similar, Mitchell (2015) considera que la Economía Circular es una alternativa real a la economía lineal tradicional (producir, usar, desechar), en la que los recursos se mantienen en uso durante el mayor tiempo posible. Por último, Ekins *et al.* (2019) identifican como prácticas de Economía Circular todo aquel conjunto de medidas dirigidas a redefinir el flujo de materiales dentro de la economía, así como el análisis de las condiciones económicas que pueden influir en la identificación de este flujo. Esta misma aproximación subyace en el propio Plan de Acción para la Economía Circular (Comisión Europea, 2020) y a nivel nacional, en la Estrategia Española de Economía Circular – España Circular 2030 – donde ésta se identifica con «un nuevo modelo de producción y consumo en el que el valor de productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, en la que se reduzcan al mínimo la generación de residuos y se aprovechen con el mayor alcance posible los que no se pueden evitar» (Gobierno de España, 2022).

Las razones que justifican la adopción de prácticas de Economía Circular por parte de las empresas son distintas, algunas de las cuales se indican a continuación. Los distintos grupos de interés – stakeholders – que rodean a las organizaciones demandan un mayor compromiso con la preservación del medioambiente lo que hace que las organizaciones se vean abocadas a ello. Este argumento se enmarca en la denominada teoría instrumental de los grupos de interés (Freeman, 1984). La gestión de las relaciones entre la organización y sus stakeholders se convierte en un elemento clave en el contexto actual donde los distintos grupos presionan a las empresas para ralentizar el uso de recursos natu-

rales, reducir la alteración del paisaje y el hábitat y ayudar a limitar la pérdida de biodiversidad (Parlamento Europeo, 2023). El compromiso de las organizaciones con la Economía Circular también viene explicado por la necesidad de reducir la dependencia de materias primas respecto de otros países (Parlamento Europeo, 2023). Según Eurostat (2023), a cierre de 2022, el déficit comercial alcanzó los 432.000 millones de euros aproximadamente. La dependencia de las empresas respecto de otras organizaciones se ha estudiado bajo la perspectiva de la teoría de la dependencia de los recursos (Pfeffer & Salancik, 2003). Así, las empresas se comprometen con la Economía Circular como una forma de reducir la incertidumbre y la dependencia respecto de otras organizaciones. Precisamente, el citado plan España Circular 2030 destaca el papel de la Economía Circular como vía para reducir los riesgos asociados al suministro, la volatilidad de los precios, la disponibilidad y la dependencia de las importaciones (Gobierno de España, 2023). Además, las presiones que soportan las empresas a nivel institucional son un factor que justifica la adopción de prácticas relacionadas con la Economía Circular. Este enfoque está enmarcado en la denominada teoría institucional (DiMaggio & Powell, 1983). En este contexto, la adopción de prácticas vinculadas a la Economía Circular será la respuesta de las empresas a distintas presiones existentes en su entorno inmediato, quienes incentivarían el compromiso de las empresas con la Economía Circular.

Presentadas las razones que motivan la implementación de medidas encaminadas a la consecución de la circularidad de la economía resulta conveniente establecer por qué los sectores textiles, plástico y de bienes de equipo para el sector de las energías renovables requieren de medidas específicas de apoyo para lograr un modelo circular. En relación con el sector textil, Chen *et al.* (2021) destacaban tres grandes debilidades en relación con el impacto medioambiental. Por una parte, estos autores señalan a la moda rápida -fast fashion- como un elemento distorsionador en el uso de la ropa y prendas textiles. La moda rápida hace referencia al consumo masivo de prendas y falta de reutilización de las mismas cuya vida útil no llega en algunos casos a superar los tres meses (US News, 2012). Por otra parte, el uso de fibras sintéticas basadas en elementos químicos no renovables es también una debilidad en los propios procesos productivos. Finalmente, el consumo de agua asociado a los procesos de tinte y acabado también han generado importantes impactos medioambientales. De forma análoga, la industria del plástico también representa retos desde el punto de vista de la sostenibilidad medioambiental. Getor *et al.* (2020) apuntan a tres riesgos fundamentales asociados con esta industria: a) La acumulación de desechos plásticos en vertederos y hábitats naturales, b) La presencia de microplásticos y su ingestión por parte de animales, c) La ausencia de renovabilidad de las materias primas que hasta ahora han caracterizado su elaboración. Tal es la gravedad de estos impactos, que incluso el Foro Económico Mundial (2016) ponía de relieve que para 2050 habría más volumen de plástico que de peces en el medio marino. Finalmente, los bienes de equipo para la ge-

**TABLA 1
TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS DE RESIDUOS**

Tratamiento	Definición
Recuperación	Engloba todas las operaciones de valorización mediante las cuales los residuos se transforman de nuevo en productos, materiales o sustancias. Incluye reciclado, compost y regeneración
Operaciones de relleno	Consistente en el uso de residuos en áreas excavadas (tales como minas o graveras) para recuperación de pendientes (terraplenado), seguridad o para trabajos de ingeniería en paisajismo. Incluye el uso de residuos para llenado de minas y graveras y rellutivo, recuperación de tierras o paisajismo.
Vertido	Engloba los depósitos sobre el suelo o en su interior, descargas en lugares especialmente diseñados (ej. vertederos de residuos inertes, no peligrosos y peligrosos), el almacenamiento permanente, el tratamiento en medio terrestre, inyección en profundidad, y el vertido en el medio acuático.
Incineración	Residuos utilizados en instalaciones de incineración o co-incineración como combustible para generar energía, reduciendo volumen y peligrosidad de los mismos, y obteniendo un producto inerte que puede ser eliminado.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2023)

neración de energías renovables suponen también un reto e, incluso una paradoja a nivel medioambiental. De hecho, algunos autores como Pangsy-Kania & Flouros (2022) llegan a hablar de la producción de los propios bienes de equipo (e.j. placas solares, baterías, aerogeneradores) como el mayor desafío en la transición hacia una economía verde. No es por tanto de extrañar, que el propio PERTE EC haga una mención explícita al «ecodiseño de productos asociados al sector de la energía limpia, así como el desarrollo de instalaciones y sistemas que permitan incrementar la reutilización y el reciclaje de estos productos» (Gobierno de España, 2022, p.11).

El peso de estos sectores en la economía española (5.79% del PIB a precios corrientes) junto con la necesidad de profundizar en el conocimiento de los impactos generados por los mismos es lo que motiva la realización de este diagnóstico.

DIAGNÓSTICO POR SECTORES ESTRATÉGICOS DEL PERTE EC: DATOS Y METODOLOGÍA ▼

Para llevar a cabo el diagnóstico de los sectores estratégicos se parte del conjunto de empresas que desarrollan su actividad bajo los siguientes sectores de actividad económica: a) Industria textil, confección de prendas de vestir e industria del cuero y del calzado, b) Industria química y fabricación de productos de caucho y plástico, y c) Industria de bienes de equipo donde se incluye la producción de bienes para energía renovables (1). Para cada una de estas industrias se ha trabajado con la *Cuenta de los Residuos perteneciente a las Cuentas Ambientales* elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística. La última información disponible a cierre del ejercicio 2022 cubría el período comprendido entre 2015 y 2020.

Asimismo, este análisis se ha completado utilizando dos encuestas elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística. La primera de ellas es la *Encuesta sobre Recogida y Tratamiento de Residuos* cuyo objetivo es presentar «una cuantificación en unidades físicas de los residuos urbanos recogidos y del tratamiento final, tanto de residuos urbanos como no urbanos, por operación de tratamiento» (Instituto Nacional de Estadística,

2020a). La segunda encuesta que se ha utilizado es la *Encuesta de Generación de Residuos en la Industria*. Esta encuesta persigue «cuantificar la cantidad total de residuos que genera el sector industrial, estudiando tanto los residuos de carácter peligroso como no peligroso producto de la actividad industrial de las empresas y su destino final, especificando el uso de contenedores públicos y/o puntos limpios, la entrega a un gestor autorizado u otros destinos» (Instituto Nacional de Estadística, 2020b).

Esta base de datos se estructura en torno a tres categorías: Residuos, Tratamientos y peligrosidad. El análisis de las categorías de residuos toma como punto de referencia la taxonomía diseñada por el Reglamento (CE) 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2002 relativo a las estadísticas sobre residuos. La sección segunda del Anexo I de este reglamento establece 11 categorías de residuos. La unidad de medida es la tonelada de residuos húmedos (normales), excepto en lo que respecta a las categorías de residuos lodos de efluentes industriales, lodos comunes, lodos y residuos líquidos del tratamiento de residuos y lodos de drenaje, para los cuales la unidad de información será de la tonelada de materia seca (Sección cuarta del Reglamento (CE) 2150/2002).

El tratamiento hace referencia a «las operaciones de valorización o eliminación (de residuos), incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación» (Instituto Nacional de Estadística, 2023, p.4). La tabla 1 sintetiza los cuatro posibles tratamientos considerados por el Instituto Nacional de Estadística: a) Recuperación, b) Operaciones de relleno, c) Vertido y, d) Incineración.

Es importante notar como el tratamiento de recuperación es aquel que confiere un segundo uso a los residuos, siendo, por tanto, un elemento alineado con la definición y enfoque de la Economía Circular.

La peligrosidad de los residuos generados se identifica en los términos establecidos por el Anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Las prácticas de reciclaje vinculadas a la Economía Circular deberían ser especialmente intensas en el caso de los residuos peligrosos dados los impactos que poseen sobre su entorno inmediato.

TABLA 2
TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS DE RESIDUOS

Categoría	Tipo de residuo	Total		No peligroso		Peligroso	
		Media	D.Std.	Media	D.Std.	Media	D.Std.
1	01.1. Disolventes Usados	129.212	8.837	-	-	129.212	8.837
1	01.2. Residuos ácidos, alcalinos o salinos	474.055	48.665	112.666	14.256	361.389	54.454
1	01.3. Aceites usados	67.079	3.991	-	-	67.079	3.991
2	01.4., 02., 03.1. Residuos químicos	431.550	31.759	97.136	2.186	334.414	29.872
3	03.2. Lodos de efluentes industriales	587.465	59.462	552.527	58.252	34.938	3.165
3	03.3. Lodos y residuos líquidos procedentes del tratamiento de residuos	18.141	3.755	9.523	2.757	8.618	1.675
4	05. Residuos sanitarios y biológicos	1.446.355	73.788	1.446.355	73.788	-	-
5	06.1. Residuos metálicos, féreos	118.534	15.563	118.534	15.563	-	-
5	06.2. Residuos metálicos, no féreos	452.932	69.692	452.932	69.692	-	-
5	06.3. Residuos metálicos, féreos y no féreos mezclados	129.574	9.556	129.550	9.520	24	61
6	07.1. Residuos de vidrio	828.203	94.830	828.203	94.830	-	-
6	07.2. Residuos de papel y cartón	28.492	6.577	28.492	6.577	-	-
6	07.3. Residuos de caucho	252.863	12.007	252.863	12.007	-	-
6	07.4. Residuos plásticos	561.656	44.092	560.963	44.047	693	88
6	07.5. Residuos de madera	52.380	4.926	52.380	4.926	-	-
6	07.6. Residuos textiles	1.414	560	-	-	1.414	560
6	07.7. Residuos que contienen PCB	17.472	1.570	7.052	676	10.420	1.430
7	08. Equipos desechados (excluidos 8.1 y 8.41)	1.170	361	357	252	814	287
7	08.1. Vehículos desechados	9.247	1.835	206	110	9.041	1.765
7	08.41. Pilas y acumuladores	806.907	102.378	806.907	102.378	-	-
8	09.1. Residuos animales y de productos alimenticios mezclados	749.666	38.111	749.666	38.111	-	-
8	09.2. Residuos vegetales	57.274	26.321	57.274	26.321	-	-
8	09.3. Heces animales, orina y estiércol	1.782	551	702	475	1.081	260
9	10.1. Residuos domésticos y similares	259.675	29.304	259.675	29.304	-	-
9	10.2. Materiales mezclados e indiferenciados	697.645	81.157	689.850	81.281	7.795	1.254
9	10.3. Residuos de separación	106.982	31.008	103.002	31.222	3.980	467
10	11. Lodos comunes (secos)	287.680	10.251	287.680	10.251	-	-
11	12.1. Residuos minerales de construcción y demolición	572.059	226.232	568.165	225.090	3.893	2.180
11	12.2., 12.3., 12.5. Otros residuos minerales	19.763.510	8.599.940	19.734.776	8.594.444	28.734	6.749
11	12.4. Residuos de combustión	5.518.819	1.742.989	5.257.955	1.712.939	260.864	31.816
11	12.6. Suelos	120.466	38.018	103.225	38.363	17.241	2.693
11	12.7. Lodos de dragado	747	437	588	307	159	139
11	12.8., 13. Residuos minerales de tratamiento y residuos estabilizados	36.736	7.549	35.240	7.383	1.496	1.090

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2023)

Para llevar a cabo el diagnóstico de los distintos sectores afectados por el PERTE EC, se propone un análisis descriptivo para el conjunto de la industria española y para los tres sectores objeto de estudio. Asimismo, se analiza, tomando como base el año 2012, la evolución que ha tenido lugar hasta el año 2020 teniendo

en cuenta industria, categoría de residuo y tipo de tratamiento.

Tras este primer análisis preliminar se procede a un análisis de la varianza que permite comparar la situación de cada uno de los tres sectores respecto de la

**TABLA 3
TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS DE RESIDUOS**

Panel A. Total residuos						
Categoría	Textil		Plástico		Equipo	
	Media	D.Std.	Media	D.Std.	Media	D.Std.
1	151	42	50.764	50.761	9.952	5.659
2	4.963	1.835	231.606	26.496	38.926	3.126
3	2.796	2.424	34.628	32.989	4.484	2.936
4	7	22	3.134	3.146	1.373	1.529
5	207	175	6.393	7.304	225.530	295.872
6	8.961	12.278	33.057	29.596	34.323	30.649
7	27	41	188	254	1.462	1.659
8	518	613	13.376	16.180	2.212	2.611
9	5.209	4.042	48.199	37.674	25.781	18.261
10	535	424	4.331	3.493	2.587	2.519
11	233	430	24.649	29.817	19.793	19.551
Panel B: No peligrosos						
Categoría	Media	D.Std.	Media	D.Std.	Media	D.Std.
1	32	61	6.549	1.326	98	151
2	1.690	1.375	27.158	3.961	4.792	452
3	2.610	2.319	30.345	30.532	1.729	1.326
4	35	54	3.121	3.668	1.286	1.283
5	187	177	5.259	6.800	217.118	298.660
6	8.600	12.317	31.273	29.102	33.586	31.043
7	23	27	136	132	1.208	1.206
8	497	603	12.198	15.185	613	1.026
9	4.413	4.063	42.600	37.610	22.417	18.601
10	438	486	2.541	3.051	2.312	2.620
11	182	364	14.607	26.120	12.063	16.407
Panel C: Peligrosos						
Categoría	Media	D.Std.	Media	D.Std.	Media	D.Std.
1	140	53	48.581	51.780	9.919	5.659
2	3.272	999	204.448	23.021	34.134	2.726
3	186	146	4.283	2.742	2.756	1.772
4	7	22	1.040	831	1.021	1.351
5	47	116	1.874	4.245	54.595	171.355
6	2.486	7.054	11.192	25.012	10.474	22.529
7	12	21	117	155	793	981
8	143	434	5.113	14.481	5.002	2.275
9	2.966	4.192	24.956	34.692	13.373	19.876
10	191	466	1.547	3.414	1.267	2.846
11	156	357	13.841	22.934	11.380	17.589

Fuente: Elaboración propia a partir de Instituto Nacional de Estadística (2023)

TABLA 4
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS POR TIPO DE TRATAMIENTO

Panel A. Incineración							
Categoría	Total residuos		No peligrosos		Peligrosos		
	Media	D.Std.	Media	D.Std.	Media	D.Std.	
1	14.089		12.197	9	23	14.086	12.196
2	47.440		12.616	312	592	47.129	12.769
3	20.920		12.712	7.349	10.959	13.571	15.059
4	5.179		578	2.053	327	3.126	731
5	599		1.797	599	1.797	-	-
6	33.220		49.601	38.612	51.544	291	384
7	0		1	-	-	0	1
8	30.730		28.892	30.730	28.892		
9	1.015.885		601.738	1.005.828	592.395	15.086	16.289
10	173.201		56.642	173.201	56.642		
11	241		866	239	859	2	9

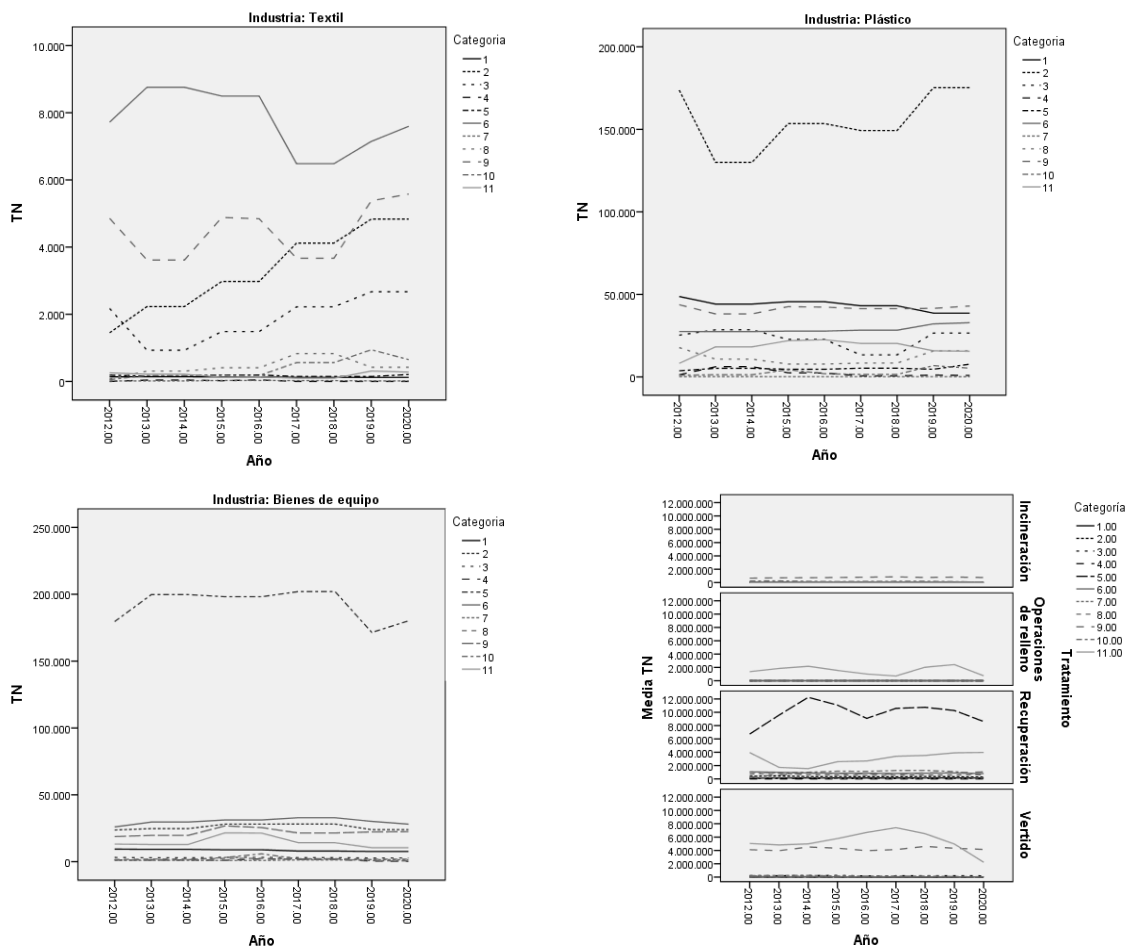
Panel B. Operaciones de relleno							
Categoría	Media	D.Std.	Media	D.Std.	Media	D.Std.	
1	-		-	-	-	-	-
2	-		-	-	-	-	-
3	-		-	-	-	-	-
4	-		-	-	-	-	-
5	-		-	-	-	-	-
6	0		0	0	0	-	-
7	-		-	-	-	-	-
8	1		3	1	3		
9	207		1.053	207	1.053	-	-
10	-		-	-	-		
11	2.305.308		4.417.802	2.305.308	4.417.802	-	-

Panel C. Recuperación							
Categoría	Media	D.Std.	Media	D.Std.	Media	D.Std.	
1	168.078		51.079	15.268	8.837	162.988	45.863
2	534.659		86.882	70.289	36.022	464.370	58.292
3	100.436		56.487	80.794	49.204	19.643	13.433
4	512		1.505	-	-	512	1.505
5	10.257.926		1.093.066	10.257.926	1.093.066	-	-
6	1.018.445		1.382.454	1.187.728	1.425.171	915	987
7	225.592		166.141	112.902	159.700	112.689	92.992
8	633.968		391.446	633.968	391.446		
9	1.027.363		1.303.391	1.019.139	1.292.552	12.337	12.038
10	1.043.981		219.372	1.043.981	219.372		
11	4.553.984		7.226.669	4.492.215	7.237.874	61.768	91.223

Panel D. Vertido							
Categoría	Media	D.Std.	Media	D.Std.	Media	D.Std.	
1	45.688		63.663	105.738	13.468	10.442	14.487
2	87.769		41.767	42.140	18.316	45.629	24.158
3	304.229		185.227	279.938	191.017	24.291	21.953
4	19.973		6.585	19.961	6.598	12	35
5	12.075		8.806	12.075	8.806	-	-
6	28.653		47.798	33.356	50.131	144	235
7	7.332		11.784	1.243	2.825	6.088	9.996
8	28.602		29.977	28.602	29.977		
9	5.645.434		3.741.041	5.642.842	3.740.903	3.888	2.730
10	158.291		69.982	158.291	69.982		
11	8.080.623		12.229.685	7.987.611	12.212.294	93.011	64.871

Fuente: Elaboración propia a partir de Instituto Nacional de Estadística (2023)

GRÁFICO 1
EVOLUCIÓN POR INDUSTRIA, CATEGORÍA Y TRATAMIENTO



Fuente: Elaboración propia a partir de Instituto Nacional de Estadística (2023)

situación general del sector industrial. Este análisis se complementa con un análisis post hoc basado en el test de Duncan con el fin de detectar si los sectores están por encima o por debajo de la media de la industria. Adicionalmente, se elaborará también un test de Chow para analizar posibles cambios de tendencia en tres momentos temporales: a) El año 2015 cuando desde Naciones Unidas (2015) se hacen públicos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, b) El año 2018 cuando se publica la brújula de los Objetivos de Desarrollo Sostenible – SDG Compass – para empresas y, c) El año 2020 cuando estalla la pandemia COVID19 y comienzan a gestarse los cambios asociados al Green Deal europeo.

RESULTADOS

La tabla 2 contiene los principales estadísticos descriptivos para el total de sector industrial, distinguiendo por tipo de residuo en función de su peligrosidad para todo el período considerado. Asimismo, esta tabla especifica la clasificación de cada residuo dentro de las 11 categorías definidas en el Reglamento (CE) 2150/2002.

Los resultados obtenidos muestran como el sector industrial español genera fundamentalmente cinco tipos de residuos: a) residuos minerales, b) residuos de combustión, c) residuos sanitarios y biológicos, d) residuos de vidrio y e) pilas y acumuladores. A una mayor distancia, aunque también con un valor elevado, destacan los residuos plásticos con un total de 561.656 toneladas generadas. Esta clasificación se altera notablemente cuando se introduce el nivel de peligrosidad, destacando la generación de residuos textiles que tienen íntegramente la consideración de residuos peligrosos.

El análisis por tipo de industria se muestra en la tabla 3. En esta tabla se presentan los estadísticos descriptivos agrupados en las 11 categorías de residuos para todo el período analizado.

Aunque existen algunas variaciones, es posible observar como los tres sectores considerados como prioritarios en este PERTE concentran sus residuos en cuatro categorías: a) Residuos químicos (categoría 2), b) Lodos (categoría 3), c) Residuos generales (categoría 6) y, d) Residuos indiferenciados (categoría 9). No obstante, es necesario señalar algunas singularidades en relación con las industrias del plástico y la generación de bie-

TABLA 5
ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS SECTORES AFECTOS POR EL PERTE EC

Categoría	ANOVA		Post hoc: Test de Duncan			
	Test	Sig.	S1	S2	S3	S4
1	1.139	-	3,1,2,4	-	-	-
2	12.978	***	3,1,4	2	-	-
3	6.371	***	3,1,4	2	-	-
4	1.565	-	1,2,3,4	-	-	-
5	60.615	***	2,3	4	1	-
6	73.984	***	2,3,4	1	-	-
7	70.772	***	2,3	4	1	-
8	146.788	***	2,4,3	1	-	-
9	51.382	***	2,4,3	1	-	-
10	17.594	***	2,4,3	1	-	-
11	27.486	***	2,4,3	1	-	-

Fuente: Elaboración propia. Si= Subconjunto

nes de equipo donde destacan los residuos provenientes de aceites y disolventes (categoría 1) y los residuos metálicos (categoría 5), respectivamente. Este mismo patrón de generación de residuos también se observa cuando se atiende al nivel de peligrosidad.

En cuanto al tratamiento específico, la tabla 4 muestra los distintos tratamientos para cada categoría de residuo. Destaca la reutilización de los residuos vinculados a la categoría 6. Estos residuos son críticos en las tres industrias analizadas y demuestran un claro compromiso con las prácticas de Economía Circular. Sin embargo, existe todavía un importante camino por recorrer en relación con las categorías 3 y 9, siendo especialmente intenso el esfuerzo a realizar en esta última categoría donde se concentran residuos indiferenciados.

Además de las cifras generales, es necesario tener en cuenta la evolución de la generación de residuos en los distintos sectores, así como de los distintos tratamientos. El gráfico 1 evidencia un incremento en el volumen generado de residuos para las principales categorías descritas anteriormente en las tres industrias consideradas. Este incremento justifica la necesidad de adoptar este PERTE en estos sectores con la finalidad de poder contribuir a mejorar la reutilización de los distintos residuos. Precisamente, el gráfico 1 también muestra una disminución en la reutilización de residuos pertenecientes a la categoría 5, al tiempo que se mantienen con escasas variaciones, con excepción de la categoría 11, las tasas de reciclaje de las restantes categorías.

Finalmente, este diagnóstico se complementa con dos análisis adicionales. La tabla 5 muestra un test comparativo de la situación de cada uno de los sectores en relación con el sector industrial general tomando como referencia el año 2012. Asimismo, en la tabla 6, se han testado las distintas series temporales en tres momentos

puntuales con la finalidad de detectar posibles cambios de tenencia asociados a algunas iniciativas institucionales (ODS, Brújula ODS y Green Deal).

El test ANOVA revela diferencias entre los tres sectores analizados entre sí y en relación con el global del sector industrial con la única excepción de la categoría 1. En términos generales, los sectores analizados muestran un menor volumen de incrementos en los residuos generados desde el año 2012 en relación con el global de la industria. No obstante, esta tendencia se rompe en los sectores textil y de bienes de equipo vinculados a las energías renovables. En el primer caso, los residuos químicos y los lodos muestran una peor evolución respecto del resto del sector industrial, mientras que en el segundo caso se ha incrementado notablemente la generación de residuos metálicos. El segundo análisis demuestra un escaso impacto de distintas iniciativas institucionales. Con la sola excepción de los residuos químicos (categoría 2), la promulgación de los ODS por parte de Naciones Unidas ha tenido un bajo impacto en los sectores analizados. Este mismo patrón de comportamiento se mantiene para las otras iniciativas. Este último resultado reforzaría la necesidad de apostar por otro tipo de medidas para incentivar la Economía Circular más allá de las iniciativas mencionadas.

CONCLUSIONES ↓

Este estudio persigue realizar un diagnóstico sobre el nivel de desarrollo de prácticas vinculadas a la Economía Circular en tres sectores clave para la industria española (textil, plástico y bienes de equipo para la industria de las energías renovables). Los resultados obtenidos muestran un notable incremento desde el año 2012 en el total de residuos generados en el sector industrial. Las industrias objetivo del PERTE EC destacan por la generación de residuos químicos, lodos, residuos

TABLA 6
ANÁLISIS DEL IMPACTO DE DISTINTAS INICIATIVAS INSTITUCIONALES

Panel A. Objetivos de Desarrollo Sostenible									
Categoría	Industria		Textil		Plástico		Equipo		Sig.
	t	Sig.	t	Sig.	t	Sig.	t	Sig.	
1	-0,341	-	1,530	-	1,522	-	1,593	-	-
2	-2,484	**	-2,735	**	-4,763	***	-4,008	***	***
3	0,229	-	-1,586	-	1,959	*	0,680	-	-
4	3,493	***	-	-	2,790	**	-1,868	*	*
5	3,636	***	-0,580	-	-0,336	-	-0,571	-	-
6	0,424	-	-0,562	-	-0,667	-	-0,584	-	-
7	1,517	-	-1,163	-	0,286	-	-0,665	-	-
8	1,919	*	-0,133	-	-0,518	-	-1,079	-	-
9	-1,090	-	-0,716	-	-0,796	-	-0,735	-	-
10	-0,700	-	-2,656	**	-0,765	-	-0,568	-	-
11	2,367	**	0,516	-	1,603	-	0,300	-	-

Panel B. Brújula de los Objetivos de Desarrollo Sostenible									
Categoría	Industria		Textil		Plástico		Equipo		Sig.
	t	Sig.	t	Sig.	t	Sig.	t	Sig.	
1	0,712	-	1,470	-	1,176	-	1,967	*	*
2	-1,958	*	-1,502	-	-3,936	***	1,134	-	-
3	1,538	-	-1,293	-	1,349	-	0,676	-	-
4	1,828	*	-	-	2,904	***	0,139	-	-
5	0,877	-	-0,933	-	-1,182	-	-0,999	-	-
6	-0,232	-	-1,022	-	-1,162	-	-1,012	-	-
7	0,480	-	-0,712	-	-1,158	-	-1,144	-	-
8	1,179	-	0,740	-	-1,007	-	-1,266	-	-
9	-2,246	**	-0,384	-	-0,420	-	-0,073	-	-
10	3,205	***	-2,433	**	-0,908	-	0,915	-	-
11	5,021	***	-0,396	-	0,703	-	0,694	-	-

Panel C. Green Deal									
Categoría	Industria		Textil		Plástico		Equipo		Sig.
	t	Sig.	t	Sig.	t	Sig.	t	Sig.	
1	0,470	-	0,542	-	1,311	-	0,746	-	-
2	-3,886	***	-0,615	-	-2,444	**	4,318	***	***
3	0,570	-	-0,828	-	-0,052	-	0,132	-	-
4	0,413	-	-	-	1,093	-	0,807	-	-
5	0,286	-	-0,988	-	-1,384	-	-1,001	-	-
6	-0,453	-	-1,046	-	-1,165	-	-1,012	-	-
7	-0,016	-	-0,759	-	-1,112	-	-1,073	-	-
8	0,883	-	0,298	-	-0,856	-	-0,973	-	-
9	-1,717	*	-0,821	-	-0,866	-	-0,574	-	-
10	4,464	***	0,897	-	0,953	-	0,314	-	-
11	3,178	***	-0,756	-	-0,623	-	-0,367	-	-

Fuente: Elaboración propia

genéricos y residuos metálicos. La gestión de estos residuos revela un bajo nivel de reciclaje, siendo el vertido el final mayoritario para los residuos mencionados. Asimismo, los resultados revelan una tendencia constante o, incluso incremental, en la generación de algunos tipos de residuo dentro de los tres sectores analizados. Por último, este diagnóstico también ha puesto de relieve el escaso impacto de algunas iniciativas institucionales.

Como principales implicaciones de este análisis es necesario mencionar la necesidad de seguir apostando por la Economía Circular como forma de gestionar los residuos generados en el sector industrial. Los decisores públicos deberían apostar por una clara línea de financiación que permita a las empresas desarrollar una transición ecológica real que disminuya las dependencias con países externos y abarate al mismo tiempo los costes de producción. Además, los instrumentos regu-

laborios más allá del *soft law* son también necesarios. De otra forma, las empresas podrían eludir la implementación de las medidas requeridas para reducir la generación de residuos. También es necesario destacar que la transición ecológica debe realizarse de forma progresiva y atendiendo a los posibles efectos cruzados entre las distintas categorías de residuos. Por ejemplo, la reducción de los residuos químicos en la industria textil podría ser en detrimento de la reducción de los residuos biológicos si se sustituye un modelo de fibras sintéticas por un modelo de fibras vegetales. En cualquier caso, tanto la reducción en la generación de residuos como el tratamiento mediante recuperación son todavía un reto afrontar por parte de la industria española.

Finalmente, es necesario poner de relieve algunas limitaciones de este estudio. En primer lugar, el horizonte temporal termina en 2020, lo que impide llevar a cabo una evaluación de PERTE EC. Asimismo, se carece de información sectorial por tipo de tratamiento de residuos lo que impide llevar a cabo un análisis más detallado basado en industria y no en tipo de residuo. Por último, los resultados deberían compararse a nivel europeo una vez ejecutado el Plan de Recuperación para Europa NextGeneration EU. De esta forma, podría llevarse a cabo una evaluación de este tipo de política pública.

NOTAS

- [1] La primera categoría corresponde con los códigos CNAE 2009: C13, C14 y C15 CNAE 2009, la segunda categoría corresponde con C20, C21 y C22, mientras que la tercera se basa en los códigos C26, C27, C28, C29 y C30.

REFERENCIAS

- Chen, X., Memon, H. A., Wang, Y., Marriam, I., & Tebyetekerwa, M. (2021). Circular Economy and sustainability of the clothing and textile industry. *Materials Circular Economy*, 3, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s42824-021-00026-2>
- Comisión Europea (2020). Plan de acción para la Economía Circular. Comisión Europea: Bruselas.
- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American sociological review*, 147-160. <https://doi.org/10.2307/2095101>
- Ekins, P. M., Hillman, M., & R. Hutchison, R. (1992). *Wealth Beyond Measure: an Atlas of New Economics*, Gaia Books, London / Doubleday, New York (US title: *The Gaia Atlas of Green Economics*).
- Ekins, P., Domenech, T., Drummond, P., Bleischwitz, R., Hughes, N. & Lotti, L. (2019), «The Circular Economy: What, Why, How and Where», Background paper for an OECD/EC Workshop on 5 July 2019 within the workshop series «Managing environmental and energy transitions for regions and cities», Paris.
- EUROSTAT (2023). Estadísticas comerciales de la Unión Europea (excluido el Reino Unido). Unión Europea: Bruselas.
- Foro Económico Mundial (2016). *The New Plastics Economy: rethinking the future of plastics* Collab. Ellen MacArthur Found. http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf

Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Cambridge University Press: USA.

Getor, R. Y., Mishra, N., & Ramudhin, A. (2020). The role of technological innovation in plastic production within a circular economy framework. *Resources, Conservation and Recycling*, 163, 105094. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105094>

Gobierno de España (2022). Acuerdo por el que se aprueba el Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica en economía circular. Consejo de Ministros: Madrid. Accedido <https://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/referencias/documents/2022/refc20220308.pdf> [10 de Abril de 2023]

Instituto Nacional de Estadística (2022). Residuos y protección ambiental. Instituto Nacional de Estadística: Madrid.

Instituto Nacional de Estadística, 2020a <https://www.ine.es/dynt3/metadatos/es/RespuestaDatos.html?oe=30079>

Instituto Nacional de Estadística. (2020b). <https://www.ine.es/dynt3/metadatos/es/RespuestaDatos.html?oe=30078>

Instituto Nacional de Estadística (2023) <https://www.ine.es/daco/daco42/resiurba/notaresi.pdf>

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO Núm. 181 Viernes 29 de julio de 2011 Sec. I. Pág. 85650-85705

Mitchell, P. (2015). Employment and the circular economy - Job Creation through resource efficiency in London. Report produced by WRAP for the London Sustainable Development Commission, the London Waste and Recycling Board and the Greater London Authority.

Pangsy-Kania, S., & Flouros, F. (2022). Rare Earth Elements as A Huge Economic Challenge For The Future of Green Economy. In 40th International Business Information Management Association Conference. International Business Information Management Association

Parlamento Europeo (2023). Economía circular: Definición, importancia y beneficios. Parlamento Europeo: Estrasburgo.

Pearce, D., & Turner, R. (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*, Harvester Wheatsheaf, Hemel Hempstead, Herts., UK.

Pearce, D., Markandya, A., & Barbier, E. (1989). *Blueprint for a Green Economy*, Earthscan, London.

Pfeffer, J., & Salancik, G.R. (2003). *The external control of organizations: A resource dependence perspective*. Stanford University Press.

Preston, F. (2012). *A Global Redesign? Shaping the Circular Economy*. Briefing Paper, London: Chatham House.

Reglamento (CE) 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2002 relativo a las estadísticas sobre residuos.

Rizos, V., Tuokko, K., & Behrens, A. (2017). The Circular Economy: A review of definitions, processes and impacts. CEPS Papers, (12440).

Spilhaus, A. (1966). Resourceful waste management. *Science News*, 89(25), 486-498.

US New (2012). The Wasteful Culture of Forever 21, H&M, and 'Fast Fashion' <https://www.usnews.com/opinion/blogs/economic-intelligence/2012/09/21/the-wasteful-culture-of-forever-21-hm-and-fast-fashion>.