

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

El impacto ambiental del ciclo de vida del papel en el Perú

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Ambiental

Autor:

Heiddy Yesenia Chura Teves
Reydi Ulises Richard Sanchez Vasquez

Asesor:

Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

Lima, 23 diciembre de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

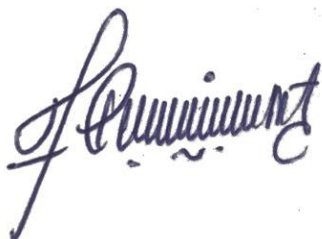
Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. , de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“El impacto ambiental del ciclo de vida del papel en el Perú”** constituye la memoria que presenta el (la) / los estudiantes(es) (Nombres y apellidos del candidato o candidatas) para obtener el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 23. días del mes de diciembre del año 2020



Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 23..... día(s) del mes de..... diciembre.....del año 2020... siendo las... 09:20....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

..... Lic. Gina Marita Tito Tolentino....., el (la) secretario(a): . Ing. Orlando Alan Poma Porras.....

..... y los demás miembros:

..... y el (la) asesor(a) .. Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado:

El impacto ambiental del ciclo de vida del papel en el Perú.....

..... de los (las) candidato (as): a) Heiddy Yesenia Chura

Teves..... b) Reydi Ulises Richard

Sanchez Vasquez..... c)

.....conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:..... Ingeniería Ambiental.....

(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Heiddy Yesenia Chura Teves

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	19	A	Excelente	Excelencia

Candidato/a (b): Reydi Ulises Richard Sanchez Vasquez.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	19	A	Excelente	Excelencia

Candidato/a (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

Candidato/a (c)

El impacto ambiental del ciclo de vida del papel en el Perú

THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE LIFE CYCLE OF PAPER IN PERU

HEIDDY YESENIA CHURA TEVES^{§*}, REYDI ULISES SANCHEZ VASQUEZ[§]

§EP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Perú.

Resumen

El consumo de papel se relaciona a los niveles de educación y el estilo de vida de las personas. Durante el ciclo de vida del papel se generan residuos potenciales que impactan directamente al medio ambiente como los licores verdes, lodos de plantas residuales con alta carga orgánica. El objetivo de esta revisión es evaluar la información sobre la producción y consumo de papel en el Perú y los impactos ambientales que se generan durante su ciclo de vida. Para ello fue realizada una búsqueda de información de repositorios de tesis a nivel nacional, y reportes de organismos oficiales, como el Instituto nacional de Estadística e Informática, Ministerio del Ambiente y Ministerio de la Producción. Se encontró que del total de residuos sólidos que genera en el Perú, el papel representa el 21% del cual se recicla el 8% en promedio. El papel para impresión u oficina es completamente importado, mientras que el papel de uso personal e higiene es producido desde la extracción de la materia prima, porque es más rentable. En cuanto a la relación de las importaciones: exportaciones de papel en el país es de 7:1 en el aspecto monetario. El proceso de producción inicia con la deforestación y posteriormente incluye blanquear la pulpa en la cual se emplean sustancias químicas (NaOH, Na₂S, Na₂CO), que generan niveles de ecotoxicidad terrestre y acuática (vertimiento de efluentes tóxicos al suelo y agua), con riesgo a causar eutrofización. Es por ello que desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final (ciclo de vida) del papel, causa diversos impactos ambientales en el medio ambiente.

Palabras clave: papel, producción, demanda, impacto ambiental, ciclo de vida.

Abstract

The consumption of paper is related to the levels of education and the lifestyle of the people. During the life cycle of paper, potential residues are generated that directly impact the environment, such as green liquors, residual plant sludge with a high organic load. The objective of this review is to evaluate the information on the production and consumption of paper in Peru and the environmental impacts that are generated during its life cycle. For this, a search was carried out for information on thesis repositories at the national level, and reports from official bodies, such as the National Institute of Statistics and Informatics, the Ministry of the Environment, and the Ministry of Production. It was found that of the total solid waste generated in Peru, the paper represents 21% of which 8% is recycled on average. The paper for printing or office is completely imported, while the paper for personal use and hygiene is produced from the extraction of the raw material because it is more profitable. Regarding the ratio of imports: exports of paper in the country is 7: 1 in the monetary aspect. The production process begins with deforestation and later includes bleaching the pulp in which chemical substances (NaOH, Na₂S, Na₂CO) are used, which generate levels of terrestrial and aquatic ecotoxicity (discharge of toxic effluents to the soil and water), with the risk to cause eutrophication.

Key words: paper, production, demand, environmental impact, life cycle.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el crecimiento económico, desarrollo tecnológico y la sobrepoblación está generando el incremento de los residuos sólidos (Tesfaye et al., 2017). Por otro lado, unas 950 000 toneladas métricas de organoclorados son vertidos en los ríos, 100 000 toneladas métricas de dióxido de azufre que son emitidos a la atmósfera, esto a la vez consume una gran cantidad de agua y energía durante la producción de papel (Greenpeace, 2015).

El ciclo de vida analiza la transición desde su creación hasta su disposición final, a lo largo de ese tiempo se generan diferentes impactos ambientales tales como el vertimiento de sus aguas residuales creadas por las industrias al momento de fabricar estos productos (Pérez, 2010).

Siendo el papel considerado como un material necesario en la vida cotidiana, se estima que el 95 % de toda la información de empresas se almacena en papel (FP&M SETA, 2014). Por ello, el consumo de papel en los diferentes países está directamente relacionado con el estilo de vida de las personas (educativas, comerciales y activadas cotidianas), como también en las importaciones y exportaciones de otros sectores económicos que el Perú posee. (Brenda et al., 2019).

A pesar de que el Perú cuenta con 74.2 millones hectáreas de bosques, siendo catalogados como el noveno país con bosques naturales a nivel mundial y el segundo a nivel de Latinoamérica, en su mayoría se exporta el papel (FAO citado por Cruz et al., 2020).

Asimismo, el Perú genera un 7.5 % de residuos sólidos de papel siendo un mayor porcentaje a comparación de la generación de plásticos que tiene un valor de 4.3 % en todo el país (OPS citado por Zulia, Urdaneta & Joheni, 2014).

Es por ello que la investigación tiene como objetivo evaluar la información sobre la producción y consumo de papel a nivel nacional y los impactos ambientales que se generan durante su ciclo de vida.

2. DESARROLLO

2.1. Criterios de inclusión para la revisión

El presente trabajo, fue realizado mediante revisión de literatura de contenido bibliográfico con información clara y precisa sobre los impactos del papel en el Análisis de ciclo de vida (ACV).

El proceso de selección inició con la búsqueda en motores de base de datos gratuitas y las proporcionadas por la Universidad Peruana Unión.

2.2. Ciclo de vida del papel

La evaluación de ciclo de vida es una técnica ampliamente estandarizada que evalúa y analiza los impactos ambientales de los productos y procesos a lo largo de cadena de suministro: producción, uso, eliminación, reciclaje y/o relleno sanitario Figura 1 (Weidema citado por Anthony et al., 2017).

En muchos casos existen diferentes formas para terminar el ciclo de vida del papel, según Nano, (2018) una de las formas es el tipo de material con las que están fabricadas o asociadas a un material de goma sintética (plastificado) este material es difícil de reciclar. Por otro parte el ciclo terminará si es que no se tiene una buena viabilidad económica del recojo de los residuos sólidos (RR.SS.) en la ciudad empleada conllevando a que todo acabe en un botadero o en el mejor de los casos en un relleno sanitario (Nano, 2018).

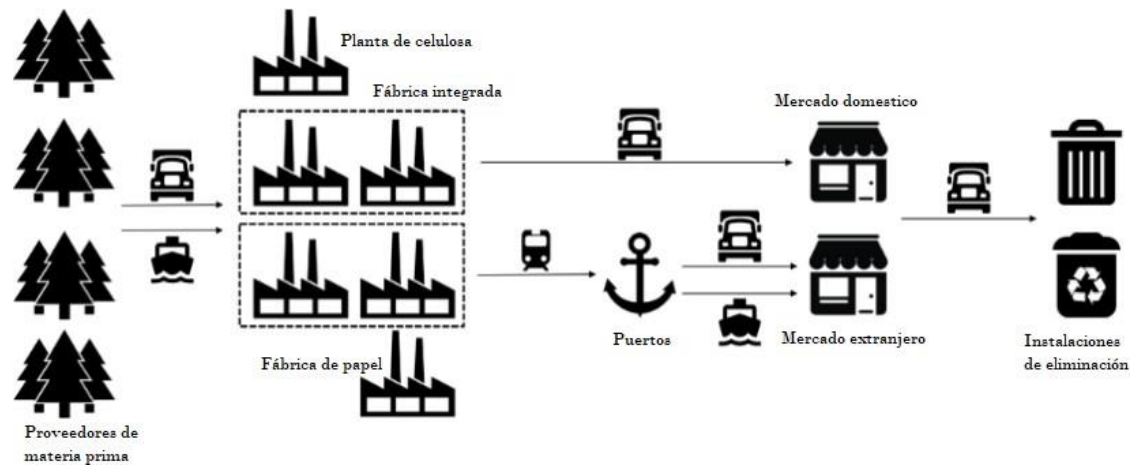


Figura 1. Ciclo de vida del papel (Santos *et al.*, 2018)

a) Proceso de producción de pulpa

El papel y sus derivados se elaboran a partir de fibras de celulosa unidos por enlaces de hidrógeno (González-Velandia *et al.*, 2016). Las fibras celulósicas tienen origen en diversos vegetales como paja de cereales, madera, algodón, etc., pero en su mayoría la producción de papel proviene de la madera. Se estima que un tercio del total de la madera procesada se destina a la fabricación de pasta (Johnston citado por Odriozola, 2019).

El proceso inicia con la elaboración de la pulpa virgen (Figura 2), en la cual existen 2 métodos de procesamiento; el método mecánico inicialmente tritura la madera, posteriormente es sometida a presiones y altas temperaturas dentro del cual es llevado a cocción con el licor blanco (soda caustica y sulfito de sodio) para liberar las fibras de celulosa (Luraschi, 2005). La pasta continúa con etapas de lavado para eliminar restos de licor negro (licor blanco y lignina). Resultando pulpa con alta opacidad, con opción a blanquear la pulpa, anteriormente se utilizaba cloro pero en la actualidad existen tres opciones; el oxígeno, el ozono y el peróxido de hidrógeno, siendo este último el más eficiente (Teschke, 2009).

Por otro lado, en el método químico trabaja más con la lignina, esta aglutina a las fibras y se obtiene pastas con fibras resistentes, pero con opacidad baja. Browning (citado por Odriozola, 2019) afirma que existen dos subprocesos principales: el método químico-alcálico y el método químico-sulfito; en general, ambos involucran el empleo de compuestos químicos en base a azufre.

La producción a partir de papel reciclado implica la recepción y limpieza de la materia prima.

FAO (2019) manifiesta que China representa el 40% de la producción mundial de papel reciclado. Del cual el volumen total supera los 88.7 millones de toneladas (CPA, 2018)



Figura.2 Proceso productivo de una industria papelera (Ministerio de Energía y Minas, 2016).

En la tabla 1 se muestra una comparación de Análisis de ciclo de vida (ACV) donde se describe el inventario de operación, limitaciones del estudio y los valores correspondientes. Los mencionados autores analizaron desde la producción de pulpa hasta producción del papel, empleado el método IMPACT 2002+, conocido también como método de agotamiento abiótico, utilizado para establecer resultados que permiten conocer el impacto de las categorías de daños como: salud humana, calidad del ecosistema, cambio climático y recursos (SimaPro, 2007). Por su parte M'Hamdi et al. (2017) concluyo que por cada tonelada (Tn) de papel producido se genera 0.0591 Tn de CO2 durante todo su proceso de producción, valor que resulta proporcional a FP&M SETA (2014) considerando que ambos autores usaron el mismo método de análisis. Yue et al. (2017) empleo un análisis híbrido para lograr tener mayor alcance en cuanto al proceso, además que su análisis fua discriminatorio en cuanto a procesos, es decir su análisis tuvo mayor detalle lo cual nos permite tener individualidad de resultados y mayor precisión

Tabla 1. Cuadro comparativo de análisis de ciclo de vida

Autor	Alcance	Método	Unidad funcional	Inventario						
				Entrada			Salida			
				Consumo de agua	Combustible* Diesel	Carbón**	Sulfito de Sodio	Vapor	Aguas residuales	CO2
Yue <i>et al.</i> (2017)	Producción de pulpa Transporte de pulpa a fábricas de papel. Proceso de fabricación de papel, que incluye prensado, corte y envasado	PAS2050 - ISO 14044 (ISO 2006)	1000 kg de papel de oficina	S/C	3 gl	76 kg	S/C	S/C	S/C	647.89kg
(FP&M SETA, 2014).	Proceso de manufactura de celulosa y papel de la Planta Industrial Damují de la Provincia de Cienfuegos, Cuba	Método Impcat 2002+	4313.00 Tn de papel de oficina	365.188,00 m3	43443 Tn	S/C	0,000003 Tn	16.057,393 Tn	349.969,75 m3	168.96 Tn
M'Hamdi <i>et al.</i> (2017)	Producción de pulpa Proceso de fabricación de papel, que incluye prensado, corte y envasado	Método Impcat 2002+	1 Tn de papel de oficina	7182 kg			7182 kg	323.46 kg	1373.198 kg	0.0591 Tn
				100 m3					100 m3	

Fuente: Recopilación de Yue *et al.*, 2017; FPyM-SETA, 2014; M'Hamdi *et al.*, 2017 *Basado en (Yue et al., 2014) en el cual se formuló el factor de emisión; carbón es equivalente 0.978 kg de CO² ; **Factor de equivalencia 0.8733 kg de CO²

En torno a las comparaciones, el balance de materia del consumo de agua evidencia la generación efluentes en un 95% y 19% variable según el tratamiento y la unidad funcional del procesamiento; sumado a eso el vapor y el combustible empleado en el proceso de fabricación y transporte, pero es difícil cuantificar o estandarizar una emisión. Los autores mencionados desglosaron las actividades, pero el balance de materia no es el mismo dada la naturaleza del proceso,

2.3. Impactos ambientales producidos por el papel

Según Simão *et al.* (2018) la industria de papel emplea aproximadamente 3 millones de toneladas anuales de cloro combinado con peróxido de hidrogeno para blanquear la pasta. Los efluentes producidos se componen de organoclorados, importantes agentes tóxicos (Vogtländer, 2014). Por otro lado, el alto contenido de materia orgánica en el lodo de tratamiento de aguas residuales puede aumentar los niveles de DBO en el agua. En el peor de los casos, causar la eutrofización de lagos, estanques y otros cuerpos hídricos.

Pérez (2010) destaca el impacto de las aguas residuales que contienen licor negro (Figura 3) el cual es resultado de la cocción de pulpa en un digestor mediante vapor seco, lo cual mediante su disposición final conlleva una amplia gama de contaminantes tóxicos (hidróxido de sodio, NaOH y sulfuro de sodio, Na₂S).

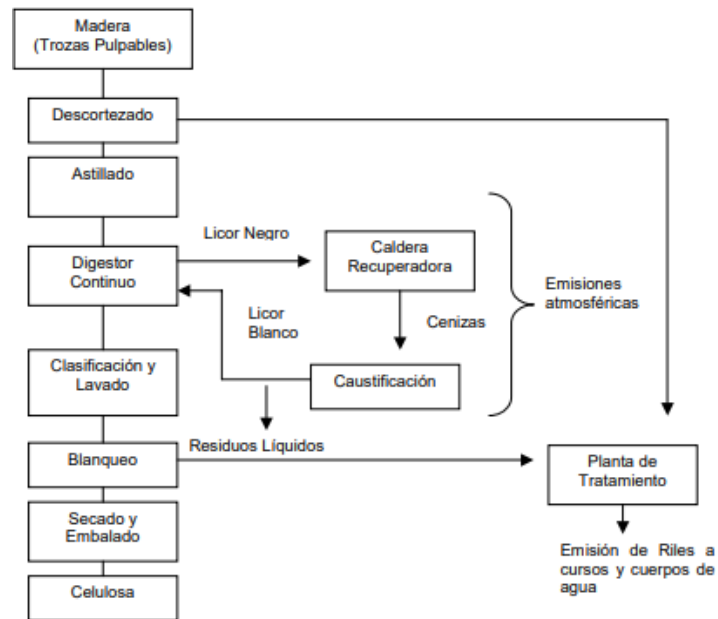


Figura 3. Flujo de operaciones de la producción de papel, (Perez , 2010)

Yue et al. (2017) planteó escenarios para evaluar los impactos; escenario 1 representa la quema de papel usado, escenario 2 considera la reutilización del papel usado. Los resultados indicaron que la huella de carbono del papel de copia de 1000 kg era de 647.89 kg de CO₂ bajo el escenario 1 y -5094 kg de CO₂ bajo el escenario 2.

M'Hamdi *et al.* (2017) comparó impactos ambientales de la producción convencional de papel y producción a partir de residuos de madera tratada. Resultado del proceso convencional es el licor negro, residuo recogido del digestor con alto contenido de materia orgánica, es decir el método convencional representa un impacto aún más negativo para el medio ambiente debido a la cantidad de químicos empleados como NaOH, Na₂S, Na₂CO. Por el contrario, el empleo de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio en el papel producido con residuos de madera genera un menor impacto,

especialmente con respecto a la ecotoxicidad acuática y terrestre.

La ecotoxicidad es considerada en las evaluaciones de análisis de ciclo de vida como componente (ACV) y se basan en las consecuencias asociadas a la liberación de sustancias químicas tóxicas al medio ambiente, considerando factores como las especies expuestas, respuestas toxicológicas y trayectoria (Alvarado D., 2013). Por ello, que la ecotoxicidad acuática y terrestre son los impactos sobre los ecosistemas (Guinée *et al.*, 2002). Debido a que los contaminantes tóxicos no permanecen fijos en el medio donde fueron emitidos se considera estrictamente relevante el factor transporte. Güereca & Gassó Domingo (2006)

Durante la disposición final se impacta por medio de la generación de residuos sólidos, el país produce diariamente 23 mil toneladas de residuos sólidos, según datos del Ministerio del Ambiente (MINAM), y tan solo 8% es aprovechado como reciclaje (Orihuela, 2018), cabe mencionar que en el continente Europeo el porcentaje de aprovechamiento bordea un mayor porcentaje como por ejemplo España 35% , Suiza 51% y en el mejor de los casos Alemania 62% (Baruch A. *et al.*, 2018).

2.4. Consumo de papel a nivel nacional

Los valores de consumo per cápita de papel se consideran a menudo como indicador de nivel de vida de un país. De igual forma tiene una contribución directa en la contaminación de aguas, atmósfera, suelo y generación de basura (Odriozola, 2000).

Sin embargo, el consumo de papel en el Perú es muy elevada, para la producción que genera el país, obligando a la importación de este producto, por otro lado, el papel sanitario (papel higiénico) tiene una alta demanda en el país, diversas empresas nacionales por ejemplo Paracas producen estos tipos de papeles satisfaciendo al 100% la demanda (Cruz *et al.*, 2020).

La figura 4 muestra las principales actividades económicas donde utilizan el papel.

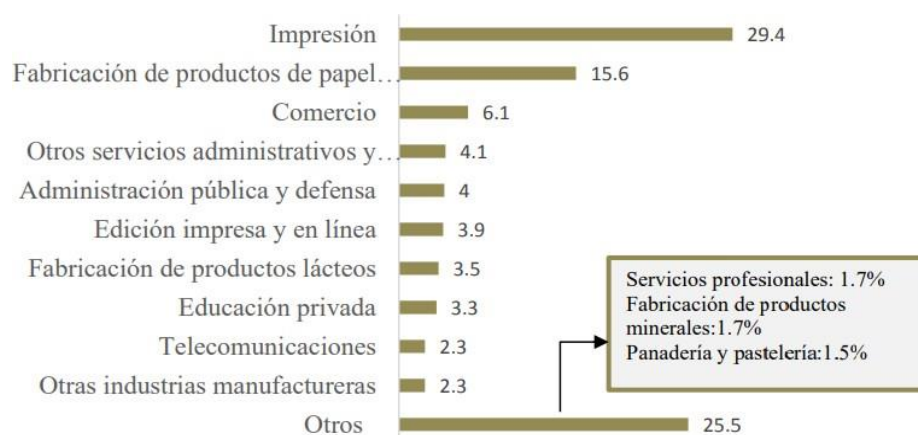


Figura 4: Principales actividades económicas demandantes de papel (Graciano, Carnero, Rodríguez, & Bravo, 2017).

2.5. Producción de papel en Perú.

La producción mundial de papel y cartón alcanzó 376,8 millones de toneladas en 2009 (Eurostat data, citado por M'Hamdi et al., 2017).

En el 2019 el líder en la producción de papel en el país lo tenía Papelera Nacional SA teniendo una capacidad de producción de más de 30 000 toneladas anuales de conversión, representando el 90 % de las exportaciones en el sector de la industria del papel en el País (PANASA citado por Cruz *et al.*, 2020). Seguidamente en segundo lugar se encuentra la empresa Tetra Pak S.A. Dedicándose al procedimiento, envasado y distribución de productos químicos, sus importaciones hacia nuestro país son principalmente de cartón blanqueado en tiras o bobinas teniendo como productor Brasil y México. Continuando la producción de papel en el Perú se tiene en tercer lugar a Trupal S.A., una empresa perteneciente al grupo Gloria que se dedica a la realización de pulpa de bagazo, papel y cartón. Como cajas troqueladas, papel kraf, cartón para corrugar, cartón liner entre otros (Graciano *et al.*, 2017). La lista de empresas que se dedican a la producción de papel en el país continúa y no todas se encuentran en un solo departamento estas se distribuyen por todo el país. (Tabla 2 y 3).

Tabla 2. Las 10 primeras empresas de producción e importadores de papel (Extraído del Instituto de Estudios Económicos y Sociales citado por Graciano *et al.*, 2017).

EMPRESA	Valor CIF (Millones de US\$) Ene-Feb			Peso Neto (Miles de Toneladas) Ene-Feb		
	2014	2015	(2016)	2014	2015	(2016)
PAPELERA NACIONAL S. A	51.6	56.2	6.6	62.1	67.0	8.4
TETRA PAK S.A.	39.1	41.0	5.9	10.4	10.6	1.6
TRUPAL S.A.	36.3	39.3	9.1	56.3	64.2	17.2
SCHROTH CORPORACION PAPELERA S.A.C.	40.9	36.4	7.1	42.1	38.0	7.8
PRODUCTOS TISSUE DEL PERU S.A. O PROTISA-PERU S. A	25.7	30.6	4.5	45.8	46.6	6.6
KIMBERLY-CLARK PERU S.R.L.	29.6	30.2	4.5	36.3	42.2	5.9
FORSAC PERU S.A.	28.4	28.2	4.3	32.6	34.1	5.2
PRAXIS COMERCIAL S.A.C.	25.3	24.4	4.4	26.4	25.4	4.6
TAI LOY S.A.	18.4	23.5	4.7	15.9	21.6	4.7
EMPRESA EDITORA EL COMERCIO S.A.	32.9	22.7	3.4	49.1	38.8	6.6
Resto de Empresas	593.9	541.0	81.4	422.4	429.3	60.0
TOTAL	922.2	873.4	135.9	799.3	818.0	128.6

Tabla 3. Cantidad de empresas relacionadas a la industria de papel por departamentos (Extraído del Instituto de Estudios Económicos y Sociales citado por Graciano *et al.*, 2017).

Ubicación	Fabricación de papel y productos de papel	Actividades de edición	Actividades de Impresión	Reproducción de grabaciones	TOTAL
Lima	312	517	5147	33	61.3
Arequipa	24	54	424	1	5.1
La Libertad	32	20	338	1	4.0
Piura	18	16	261	25	3.3
Junín	3	20	289	4	3.2
Otros	88	185	1979	10	23.1
Total	477	812	8438	74	100

En los últimos años la fabricación de papel ha venido en aumento según el reporte (Tabla 3) del INEI (2018). Esto se debe a las políticas ambientales que se desarrollan en el país tales como la ley N°30884 “Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables” (El Peruano, 2018). Significa que disminuye la producción de bolsas de plástico y promueve el consumo de papel.

Tabla 3: Fabricación de papel y de productos de papel (INEI,2018).

Fabricación	Unidad de medida	2017	2018
Papel corrugado	t	47 872	53 310
Bolsas de papel	mil	268 143	276 651
Papel higiénico	t	188 510	201 913
Papel bond	t	44 955	48 693
Papel toalla	t	30 878	30 627
Servilleta	t	17 815	18 997
Cartulina	ciento	123 680	102 762

2.5.1. Importación y exportación del papel en el Perú

El Perú en los últimos 5 años en cuanto a las exportaciones del papel se ha mantenido constante, en cambio las importaciones son de 6 a 7 veces mayor y con diferentes comportamientos a través de los años. En este último año, debido a la pandemia la importación decayó, hasta este junio, a menos de 300M de Fob USD (del inglés Free On Board, «Libre a bordo, puerto de carga convenido») (Figura 4).

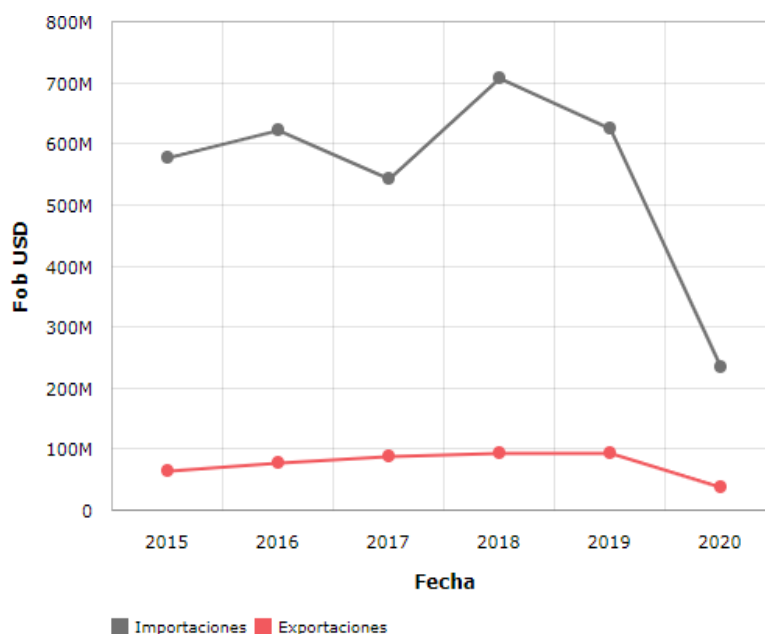


Figura 4: Importaciones y exportaciones de papel en el Perú (Extraído de “Importaciones/exportaciones evolución: papel y cartón” de Nosis Trade,2020).

La dinámica de importación - exportación de papel y cartón tiene concordancia porque las

empresas encuentran rentable solo la comercialización debido a un precio competitivo. Es decir, la demanda no puede costear una producción local y en pequeñas cantidades. En su mayoría el papel de impresión importado proviene de Brasil, Indonesia y Colombia. Por el contrario, la línea de exportaciones se integra de producción de papel higiénico exportado por empresas como Kimberly Clark, Productos Tissue del Perú, el cual resulta rentable en base a la oferta.

2.6. Reciclaje en el Perú

El reciclaje consiste en seleccionar estos “coproducto” o “subproducto” que han sido usados dentro de alguna actividad principal y transformándolo o adaptándolo a nuevas necesidades para extender su vida útil (Cruz et al, 2020).

Según MINAM, 2012 el reciclaje reduce el agotamiento de recursos naturales no renovables como el agua, energía y cobertura vegetal (tabla 3). El MINAM planteó unidades equivalentes que evidencian la reducción de recursos, además menciona que el papel y el cartón son materiales potenciales de reciclaje y representa el 21% de la composición de residuos sólidos (Ministerio del Ambiente, 2012).

Tabla 3. Efecto del reciclaje al medio ambiente (MINAM, 2017).

Indicadores ambientales	Unidad equivalente por efecto del reciclaje
Reducción de la extracción de recursos naturales por la producción de papel	1 Tn papel = 17 arboles
	1 Tn papel = 26 m ³ de agua
	1 Tn papel = 980 kg de CO ₂
	1 Tn papel = 6 KWh de energía

La reducción de los impactos ambientales en estos últimos tiempos toma diferentes medidas o acciones, así como el reciclaje siendo una acción de reaprovechamiento del papel. Tal acción empleada correctamente tiene un efecto positivo al medio ambiente, reduciendo la tala de árboles, el ahorro de agua en la producción, la minimización de emisiones de CO₂ y el ahorro de energía en la producción (Tabla 3).

3. CONCLUSIONES

En conclusión, la producción de papel (papel de impresión) en el Perú es insatisfactoria para cubrir el costo de producción, por ello que se recurre a la importación de este producto.

La oferta de papel de hogar o de uso cotidiano (papel higiénico, papel toalla) cubre la demanda a un 100% por empresas como: Papelera Nacional S.A., Tetrapak S.A., entre otros, que se dedican a la creación de estos productos por ser altamente rentables.

Las empresas productoras de papel de uso cotidiano generan impactos; deforestación, lodos de aguas residuales con alta carga orgánica, efluentes con presencia de organoclorados, generación de residuos sólidos o emisiones de CO₂ si se opta por la quema.

En base al ciclo de vida se genera la equivalencia; de cada 1000 kg de papel incinerado se genera 647.89 kg de CO². En cambio, por 1000 kg de papel reciclado se evita; la tala de 17 árboles, consumo de 23 m³ de agua y se reduce la emisión de 980 kg de CO².

Referencias

Alvarado Díaz, E. G. (2013). Análisis de ciclo de vida de la producción de un aditivo polimérico con nanopartículas de ZnO. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.

Anthony, R., Sharara, M. A., Runge, T. M., & Anex, R. P. (2017). Life cycle comparison of petroleum- and bio-based paper binder from distillers grains (DG). *Industrial Crops and Products*, 96, 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.11.014>

Baruch Chang, A., Santisteban Torre, V. L., Huertas Constanzo, L. L., & Vergaray Arteta, A. L. (2018, July 17). Ecopoints. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10757/624930>

Brenda, C., Boluarte, L., Mauricio, J., & Noriega, R. (2019). Análisis del sector de productos químicos para la fabricación de papel en Perú Trabajo de investigación para optar el Grado de Cynthia Brenda Lee Boluarte Loayza, 81. Retrieved from https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/4375/MDE_1956.pdf?sequence=2&isAllowed=

China Paper Association (CPA), (2018). Almanac of China Paper Industry. China Light Industry Press (In Chinese)

Cruz, C. De, Edgardo, C., Manuyama, S., & Marcia, F. (2020). La importación de papel y el efecto de las políticas de desarrollo sostenible aplicados en el Perú.

El Peruano, Diario oficial del Bicentenario-Ley N° 30884 “Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables” extraído de: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-regula-el-plastico-de-un-solo-uso-y-los-recipientes-ley-n-30884-1724734-1/>

FAO, 2019. Forest production and trade. Available at: www.fao.org/faostat/en/#data Guo, L., Qu, Y., Wu, C., Wang, X., 2018. Identifying a pathway towards green growth of Chinese industrial regions based on a system dynamics approach. *Resources. Conservation. Recycling*. 128, 143-154 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.09.035>

FP&M SETA. (2014). *Paper and Pulp Sector, A profile of the paper and pulp sub-sector*. December, 0–8.

Graciano, C. M. P., Carnero, J. H. A., Rodríguez, J. E. P., & Bravo, O. S. A. (2017). Planeamiento Estratégico de la Industria Peruana de Papeles y Cartones, 1–159.

Greenpeace. (2015). El papel y su impacto ambiental, pag. 8.

González-Velandia, K.-D., Daza-Rey, D., Caballero-Amado, P.-A., & Martínez-González, C. (2016). Evaluación de las propiedades físicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel. *Luna Azul*, 43, 499–517. <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.43.21>

Güerrecá, L. P., & Gassó Domingo, S. (2006). Desarrollo de una metodología para la valoración en el Análisis del Ciclo de Vida aplicada a la gestión integral de residuos municipales. universidad politécnica de Cataluña.

Guinée, j. b., gorrée, m., heijungs, r., huppes, g., kleijn, r., koning, a. de, oers, l. van, et al. (2002). handbook on life cycle assessment. operational guide to the iso standards (pp. 63–95). kluwer academic publishers.

INEI (2018) Producción de las industrias textiles, cuero y calzado, papel y edición e impresión- Extraído de <https://www.inei.gob.pe/buscador/?tbusqueda=papel>

Luraschi, M. (2005). Análisis de la cadena productiva de la celulosa y el papel a la luz de los objetivos de desarrollo sostenible: Estudio de Caso Chile. Cepal, 96. Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3596/S2007352_es.pdf

M'Hamdi, A. I., Kandri, N. I., Zerouale, A., Blumberga, D., & Gusca, J. (2017). Life cycle assessment of paper production from treated wood. *Energy Procedia*, 128, 461–468. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.031>

Ministerio de Energía y Minas (2016). Guía de Orientación del uso eficiente de la energía y de diagnóstico energético de la Industria Papelera. MINEM. Recuperado de www.minem.gob.pe/minem/.../2-Guia_Industria_Papelera.pdf [Consulta: 02 de junio del 2019]

MINAM; Evaluación y Gestión Ambiental S.A.C. (2012). Cuarto Informe Nacional de Residuos Sólidos Gestión 2010-2011. Retrieved from http://www.ghbook.ir/index.php?name=&option=com_dbook&task=readonline&book_id=13650&page=73&chkhask=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component

Ministerio del Ambiente (2017). Gestión de residuos sólidos MINAM. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/wpcontent/uploads/sites/136/2017/12/4.-Oscar-Benavides-Municipalidad-de-Ate.pdf> [Consulta: 15 de Diciembre del 2019]

Nano. (2018). Análisis del ciclo de vida de papel., 6. Retrieved from https://nanopdf.com/download/analisis-del-ciclo-de-vida-de-papel_pdf

Nosis Trade (2020). Informe de Papel y Cartón, partida 48. Recuperado de <https://trade.nosis.com/es/Comex/Importacion-Exportacion/Peru/papel-y-carton-manufacturas-de-pasta-de-celulosa-de-papel-o-carton/PE/48#>

Odriozola, V. (2019). Impactos de la producción de papel. Greenpeace Argentina., 1–11. Retrieved from <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2006/8/impactos-de-la-produccion-n-de-p.pdf>

Orihuela, C. (2018). Un Análisis de la Eficiencia de la Gestión Municipal de Residuos Sólidos en el Perú y sus determinantes. In Instituto Nacional de estadística

Pérez, b. r. (2010). aplicación de análisis de ciclo de vida, para evaluar técnica, económica y ambientalmente alternativas de mejora en la producción de papel., 457–463.

Simão, L., Hotza, D., Raupp-Pereira, F., Labrincha, J. A., & Montedo, O. R. K. (2018). Wastes from pulp and paper mills - a review of generation and recycling alternatives TT - Resíduos da produção de papel e celulose - uma revisão da geração e alternativas de reciclagem. *Cerâmica*, 64(371), 443–453. <https://doi.org/10.1590/0366-69132018643712414>

SimaPro. (2007). Ecoinvent inventory database. Simapro software. Pre Consultants, Amersfoort.

Vogtländer J, Velden N, Lugt P. (2014) Carbon sequestration in LCA, a proposal for a new approach based on the global carbon cycle; cases on wood and on bamboo, *Int J Life Cycle Assess.*

Teschke, K. (2009). Industria del papel y de la pasta de papel. *Enciclopedia de Salud y Seguridad En El Trabajo*, 72,2-72,19.

Tesfaye, T., Sithole, B., Ramjugernath, D., & Chunilall, V. (2017). Valorisation of chicken feathers: Application in paper production. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1324–1331. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.034>

Yue, W., Cai, Y., Su, M., Tan, Q., & Xu, M. (2017). Carbon Footprint of Copying Paper: Considering Temporary Carbon Storage Based on Life Cycle Analysis. *Energy Procedia*, 105, 3752–3757. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.870>

Yue, W., Cai, Y., Rong, Q., Cao, L., & Wang, X. (2014). A hybrid MCDA-LCA approach for assessing carbon foot-prints and environmental impacts of China's paper producing industry and printing services. *Environmental Systems Research*, 3(1), 4. <https://doi.org/10.1186/2193-2697-3-4>

Zulia, U., Urdaneta, G., Joheni, A., & Zulia, U. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.