



Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ingeniería



REVISTA INDUSTRIAL 4.0

Edición Digital Nro. 2

Mayo 2021

Carrera de Ingeniería Industrial



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Lic. Oscar Heredia	Rector
Phd. Maria Garcia Moreno	Vicerectora
Ing. Martin Mayori Machicao	Decano Facultad de Ingeniería
Ing. Freddy Gutiérrez Barea	ViceDecano Facultad de Ingeniería
Ing. Franz Zenteno Benitez	Director de Carrera Ingeniería Industrial

Revista Industrial 4.0
Edición Digital N° 2 Mayo 2021

Comite Editor:
Ing. Fernando Sanabria Camacho
Ing. Grover Sanchez Eid
Ing. Mario Zenteno Benitez

Diseño Versión Impresa & Web:
Ing. Enrique Orosco Crespo

Imprenta:
Walking Graf

Deposito Legal:
4-3-68-20

Web:
<http://industrial.umsa.bo/revista-industrial-4.0>
Email:
revistaindustrial4.0@umsa.bo

Dirección:
Av. Mcal. Santa Cruz, Plaza Del Obelisco.
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería.
Tel. 2205000 - 2205067 Int. 1402

PRESENTACIÓN

Presentar el segundo número de la Revista Industrial 4.0 me llena de orgullo, ya que se plasma en realidad un objetivo que tiene la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Andrés, que es visibilizar los trabajos de investigación que desarrollan profesionales y estudiantes de los diferentes niveles académicos - licenciatura, diplomados, maestría y doctorado - que están bajo su administración académica.

La integración entre la formación académica de pre y pos grado con la investigación a través de los tres institutos de la Carrera de Ingeniería Industrial es indispensable para una formación integral de los profesionales graduados en la UMSA, sin dejar de lado la extensión universitaria; las tres actividades permiten que se desarrollen trabajos de pesquisa pertinentes a la actualidad, y que son difundidos al público en general a través de la presente publicación en sus formatos impreso y digital.



Ing. MBA. Franz José Zenteno Benítez
DIRECTOR
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

En los tiempos que vivimos bajo restricciones nunca antes vistas, pero que son sobrellevadas gracias a la tecnología de comunicación disponible -no equitativa en todos los niveles socio económicos- permite seguir con actividades de investigación científica y de aplicación tecnológica por parte de aquellos profesionales y estudiantes que encuentran, en los momentos de crisis, una oportunidad para presentar soluciones aplicables a problemas latentes en las empresas productivas y de servicios de diferente índole.

En este número se incrementó a doce el número de artículos publicados, como resultado de una importante cantidad de propuestas que hicieron llegar los investigadores atendiendo la convocatoria realizada. Destacar que tres artículos corresponden a los proyectos de grado, que desarrollaron estudiantes junto con sus tutores, en áreas diversas de la formación de un ingeniero industrial.

Agradecer el trabajo desarrollado por los profesionales que conforman el Comité Editor a partir de la lectura inicial de los artículos propuestos y la revisión final de aquellos trabajos que presentaron algunas observaciones.

Reiterar el compromiso para seguir en este camino de publicaciones por parte de la Carrera de Ingeniería Industrial; en tal sentido, invitar a todos los profesionales y estudiantes que deseen divulgar sus trabajos de investigación, estar atentos al nuevo llamado para proponer sus temas ante el Comité Editor de la presente revista.

Ing. MBA. Franz José Zenteno Benítez
DIRECTOR
INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIAGNÓSTICO DE LA CIRCULARIDAD Y GESTIÓN DE RESIDUOS EN EL SECTOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO DE LOS PRINCIPALES MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

Tania A. Terán Mita^a, ORCID iD 0000-0003-4301-670X
a. Instituto de Investigaciones Industriales, UMSA
tateran@umsa.bo

Presentado: 3 de mayo; aprobado: 31 de mayo

1. Resumen

En los últimos años, el consumo mundial per cápita de materiales se ha duplicado y el de energía primaria se ha triplicado, estos aspectos, entre otros, han incrementado considerablemente tanto la presión sobre los recursos naturales y la magnitud de los impactos sobre el medio ambiente, por ello, se requiere un cambio de paradigma en la forma de producir y consumir: pasar de una economía lineal a una economía circular promoviendo un menor consumo de recursos, una menor producción de residuos y a una mejor gestión de éstos. Al respecto y como respuesta ante esta necesidad, bajo el concepto del Hub de Innovación de la Facultad de Ingeniería, se ha promovido la creación del Servicio Universitario para la Investigación Aplicada e Innovación en Circularidad de la UMSA – Servicio de Rediseño y Reciclaje Circular, con énfasis a la prestación de servicios para coadyuvar la gestión integral de residuos dentro y fuera de la Universidad. Desde el Instituto de Investigaciones Industriales (IIIFI), se ha visto la necesidad de realizar un Diagnóstico a nivel Industrial Manufacturero en los municipios de La Paz, El Alto y Viacha para conocer el grado de aplicación de acciones de circularidad en éstas empresas e identificar el posible mercado potencial en éste sector. Para ello, se ha diseñado un instrumento (encuesta) a través de la cual se ha recopilado valiosa información y cuyos resultados muestran una tímida aplicación de lineamientos de circularidad en las empresas industriales manufactureras (incluidas en el estudio y dentro de los tres municipios), además se obtuvo una aproximación de la cantidad de residuos sólidos generados al interior de la empresa y su respectiva gestión.

2. Palabras clave

Economía Circular, Reutilización, Reparación, Reciclaje.

3. Introducción

En las últimas décadas, el consumo mundial per cápita de materiales se ha duplicado y el de energía primaria se ha triplicado; además, la población se ha multiplicado casi por cinco entre 1900 y 2019 (SCPGV, 2020). Dichos aspectos han incrementado considerablemente tanto la presión sobre los recursos naturales, como la magnitud de los impactos sobre el medio ambiente, por ello, se requiere un cambio de paradigma en la forma de producir y consumir: pasar de una economía lineal a una economía circular. De hecho, la economía circular contribuye dos tipos de beneficios: ambientales directos están asociados a un menor consumo de recursos, a una menor producción de residuos y a una mejor gestión de éstos (así como los ambientales indirectos como el cambio climático), y los beneficios económicos.

En éste sentido, la economía circular está generando una tendencia importante en el sector productivo a nivel global, es un concepto relativamente nuevo en nuestro contexto que permite interrelacionar la sostenibilidad con la economía, utiliza un enfoque sistémico para mantener un flujo circular de recursos con el objetivo de que el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos. En el contexto nacional, al igual que en la generalidad del mundo, la gestión inadecuada de residuos provoca una incidencia negativa al entorno ambiental; aspectos que los diferentes actores involucrados han gestado diferentes herramientas como normativas (como la Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos), disposiciones varias y procesos de educación ambiental, entre otros; que no son suficientes considerando que la problemática no es encaradas desde un punto de vista integral.

En éste sentido, es necesario que el sector académico participe como un actor principal en la creación o consolidación de servicios que permita la gestión ambientalmente segura de los residuos con beneficios que la circularidad sostiene. A la vanguardia de estas nuevas tendencias, y conscientes de la problemática a nivel nacional y local, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mayor de San Andrés, a través de la identificación de objetivos comunes y el trabajo conjunto de los siguientes actores: Instituto de Investigaciones Industriales de la carrera de Ingeniería Industrial (IIIFI), Instituto de Investigaciones y Desarrollo de Procesos

Químicos (IIDEPROQ) de la carrera de Ingeniería Química, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Mecánica (IIME) de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con el apoyo de Swisscontact y bajo el concepto del Hub de Innovación de la Facultad de Ingeniería, han promovido la creación del Servicio Universitario para la Investigación Aplicada e Innovación en Circularidad de la UMSA – Servicio de Rediseño y Reciclaje Circular, con énfasis a la prestación de servicios para coadyuvar la gestión integral de residuos dentro y fuera de la Universidad.

En el marco de la comunidad científica, tecnológica, de innovación y social, el Servicio Universitario de Reciclaje y Rediseño Circular pretende convertirse en un ente referente a nivel del Sistema Universitario Boliviano, a nivel académico en general contribuirá con la demostración de que la circularidad es una alternativa viable y plausible para desarrollar un nuevo modelo que permita propiciar una cultura altamente sustentable y respetuosa del ambiente, apoyada en la legislación cuyos principios permitirán plantear un modelo económico incorporando los esquemas de análisis del ciclo de vida de los productos, a mediano plazo, se proyecta a otorgar servicios al sector productivo y a la sociedad en su conjunto, alentando de esta manera, un proceso de transformación estructural desde un enfoque lineal a un enfoque circular.

Considerando la experiencia de cada uno de los actores, desde el Instituto de Investigaciones Industriales (IIIFI), se ha visto la necesidad de realizar un Diagnóstico a nivel Industrial Manufacturero en los municipios de La Paz, El Alto y Viacha para conocer el grado de aplicación de acciones de circularidad en éstas empresas e identificar el mercado potencial en éste sector para que el Servicio Universitario de Reciclaje y Rediseño Circular pueda desarrollar sus iniciativas y actividades. En éste sentido, se ha diseñado un instrumento para recopilar información acerca de la aplicación o intensidad de aplicación de lineamientos de circularidad en las empresas industriales manufactureras (dentro de los tres municipios), además de una aproximación de la cantidad de residuos sólidos generados al interior de la empresa y su respectiva gestión. La información otorgada por las empresas permitirá realizar un análisis integral del sector.

4. Desarrollo Metodológico

4.1. Diseño del Instrumento de Recolección de información (Encuesta)

El principal objetivo de la encuesta es la cuantificación de los residuos aprovechables generados en unidades industriales seleccionadas y el análisis de viabilidad de la aplicación de los principios de la economía circular, en el diseño de productos, en el proceso productivo y en con sus residuos generados.

4.1.1 Unidades de la encuesta

La unidad básica de la encuesta es la unidad industrial (empresa), entendiéndose por ésta a “una entidad institucional en su calidad de productora de bienes y/o servicios. Es un agente económico con autonomía para adoptar decisiones financieras y de inversión, con autoridad y responsabilidad para asignar recursos a la producción de bienes y/o servicios”¹. La unidad industrial tiene la función de unidad informante; sin embargo, a efectos de la encuesta, la unidad de observación, es el establecimiento industrial.

4.1.2 Ámbito Poblacional

La población objeto de estudio es el conjunto de establecimientos industriales en sus tamaños grande, mediano y pequeño. Se entiende por actividad principal del establecimiento aquella que genera el mayor valor añadido.

4.1.3 Ámbito Geográfico

Desde el punto de vista geográfico, la encuesta cubre el conjunto del territorio de los municipios de La Paz, El Alto y Viacha.

4.1.4 Ámbito Temporal

Esta encuesta se realiza de manera puntual en el periodo de 2.5 meses. En cuanto al periodo de referencia de la información, los datos solicitados se refieren al año natural objeto de la encuesta.

¹ Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. Resultados de la Encuesta Anual de Unidades Económicas – Versión 4. Bolivia. 2018

4.2. Diseño Muestral

4.2.1 Tipo de muestreo

Se utilizaron como marco de referencia los siguientes dos insumos: 1) La "Base Empresarial Vigente del Registro de Comercio de Bolivia 2016" del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural (MDPyEP) y 2) La Guía Directorio de la Industria Boliviana (2018 – 2020) de la Cámara Nacional de Industrias de Bolivia.

4.2.2 Tamaño de la Muestra

En relación con las divisiones en las que se ha realizado un muestreo estratificado, las unidades de la muestra se han seleccionado en cada uno de los estratos mediante la aplicación de un muestreo sistemático con arranque aleatorio de manera que las unidades obtenidas sean representativas a nivel departamental.

Se han considerado a 25 empresas correspondientes a las categorías de grandes, medianas y pequeñas. Para ello, se acudió al clasificador de actividades económicas de Bolivia para identificar las clases de las actividades económicas de interés del presente estudio; estas son: 1010 (Elaboración y conservación de carne); 1030 (Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas); 1061 (Elaboración de productos de molinería); 1071 (Elaboración de productos de panadería); 1073 (Elaboración de cacao y chocolate y de productos de confitería); 1074 (Elaboración de macarrones, fideos, alucuzcuz y productos farináceos similares); 1101 (Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas); 1103 (Elaboración de bebidas malteadas y de malta); 1701 (Fabricación de pasta de madera, papel y cartón); 2022 (Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas); 2023 (Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador); 2029 (Fabricación de otros productos químicos N.C.P.); 2100 (Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico); 2395 (Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso) y 2410 (Industrias básicas de hierro y acero).

El grupo de personas que otorgaron la información de las empresas, se concentró en personal vinculado al área de producción cuyo nivel jerárquico les permite tener un alto nivel de conocimiento de la planta, y por tanto del procesos de producción.

5. Análisis y evaluación de los resultados obtenidos

A continuación se presentan los resultados obtenidos, su interpretación, análisis estadístico y la discusión al respecto.

5.1 Ubicación y Tamaño

La mayor parte de empresas que participaron en el proceso de diagnóstico están ubicadas en la ciudad de El Alto, de manera equiparable, las empresas del municipio de La Paz también tuvieron una participación importante; mientras que las empresas del municipio de Viacha y Achocalla (otros), participaron de manera muy discreta (Fig. 1 a).

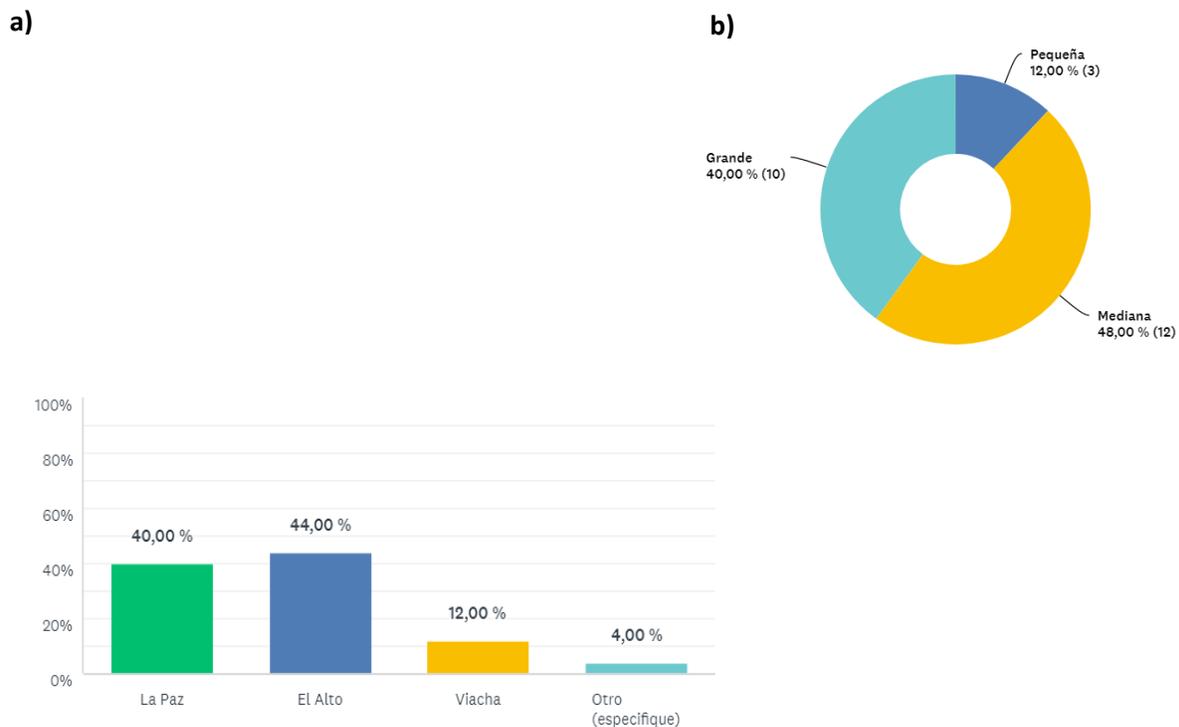


Fig. 1. a) Ubicación geográfica de las empresas. b) Tamaño de las empresas incluidas en el diagnóstico
Fuente: Elaboración propia

Las medianas empresas fueron protagonistas del diagnóstico, ya que su participación fue mayoritaria (48%), una participación similar tuvieron las empresas grandes (40%); ocurrió lo contrario con las empresas pequeñas (12%).

5.2 Gestión Ambiental vs. Conocimiento sobre Economía Circular

El 60% de las empresas cuenta con una Política Ambiental o un Sistema de Gestión Ambiental implementado o en proceso de implementación; mientras que el 40% no. Estos porcentajes coinciden con que el 60% de las empresas conocen el concepto de Economía Circular, sus principios y sus potenciales ventajas para su empresa, mientras el 40% señala su desconocimiento de la temática.

5.3 Aplicación de principios de la Economía Circular

5.3.1 Diseño Circular – Ecodiseño

Como indica la Fig. 2 a), el 64% de las empresas no cuentan con una unidad/área/departamento donde se analice el diseño de nuevos productos con bajo impacto ambiental (p/ej. ecodiseño / diseño circular). El 36% de las empresas que sí cuentan con éstos elementos, corresponden en su mayoría a empresas grandes.

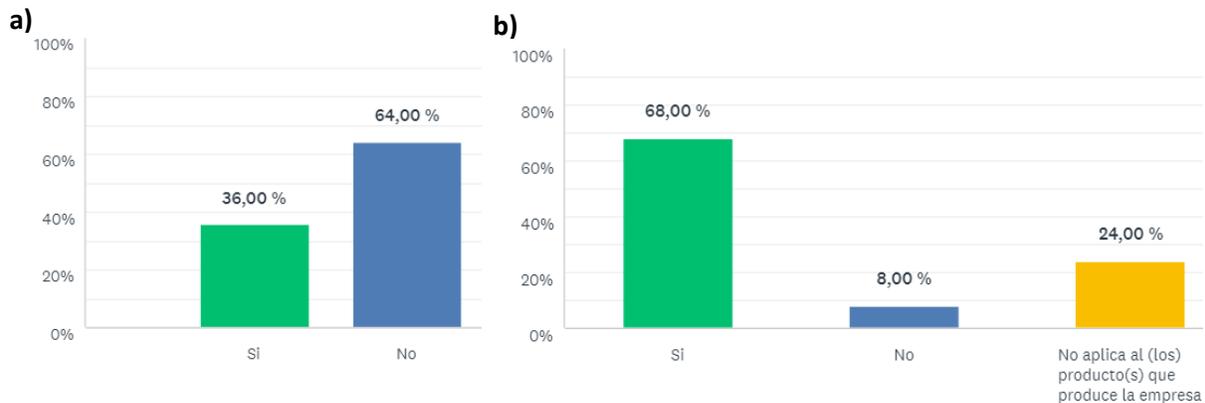


Fig. 2. a) Diseño de nuevos productos de bajo impacto ambiental. **b)** Diseño de productos con posibilidad de reparación y/o aprovechamiento de componentes, o reciclaje del producto.

Fuente: Elaboración propia

El hecho de no contar con una unidad/área/departamento donde se analice el diseño de nuevos productos con bajo impacto ambiental, no condiciona a que las empresas diseñen sus productos con la posibilidad de una posterior reparación y/o aprovechamiento de componentes (partes), o el reciclaje de su productos o parte de ellos, tal como muestra la Fig. 2 b).

5.3.2 Producción Circular

El 44% de las empresas utilizan o reemplazan parte de las materias primas originales o vírgenes por materiales reciclados, reparados o remanufacturados, mientras que un 36% no lo hace, aunque sea aplicable a los procesos y productos que fabrica (ver Fig. 3 a).

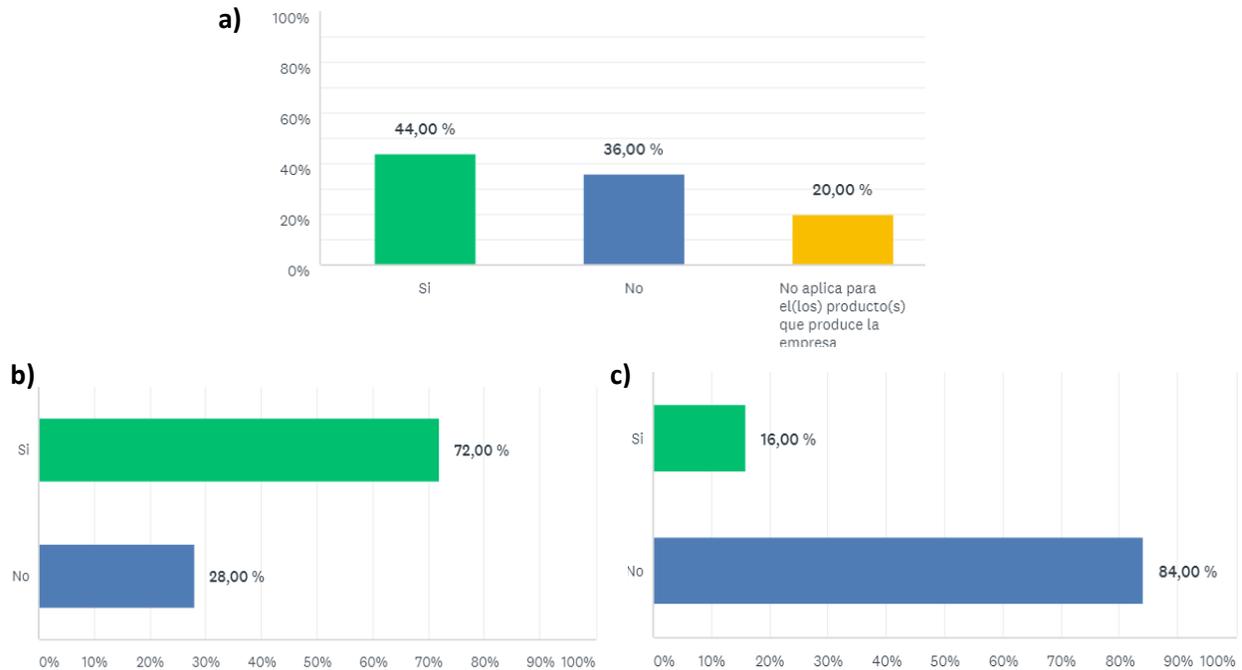


Fig. 3. a) Utiliza o reemplaza parte de las materias primas por materiales reciclados, reparados o remanufacturados. **b)** Utiliza últimas tecnologías para maximizar la eficiencia y disminuir la cantidad de residuos. **c)** Utiliza energías renovables en sus procesos

Fuente: Elaboración propia

La Fig. 3 b) y c) muestra con absoluta claridad la tendencia opuesta existente entre la utilización de las últimas tecnologías tendientes a maximizar eficiencia y disminuir la cantidad de residuos (mayoritariamente positiva con el 72%), y la utilización de energías renovables (como energías solar, eólica, biomasa, térmica, otros) en sus diferentes procesos (mayoritariamente negativa 84%). Es decir, existe la tendencia de uso de tecnologías eficientes, con independencia de dónde provenga su fuente de energía (tipo de energía).

En la última fase de proceso productivo, el 68% de las empresas utilizan envases, empaques y/o embalajes ecológicos que faciliten su reutilización, desarme y/o reciclaje, éste porcentaje está asociado mayoritariamente a las empresas grandes y medianas y no así a las pequeñas (ver Fig. 3 d).

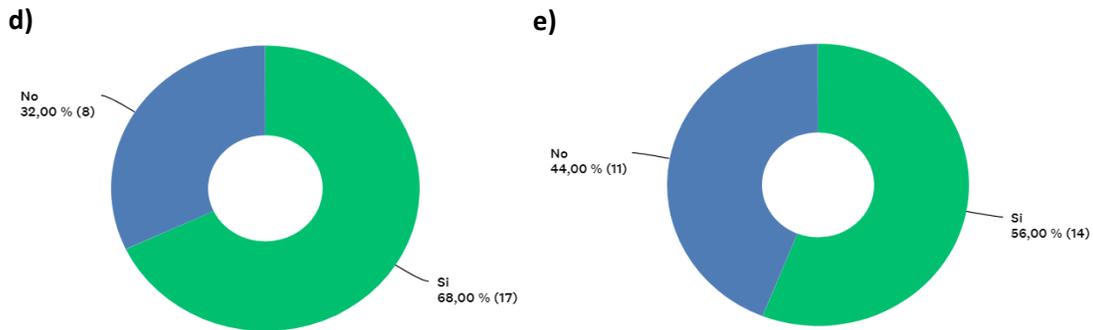


Fig. 3. d) Utiliza envases, empaques y/o embalajes ecológicos que faciliten su reutilización, desarme y/o reciclaje **e)** Utiliza últimas tecnologías para maximizar la eficiencia y disminuir la cantidad de residuos.

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de marketing responsable (p/ej. que señale o eduque sobre la separación de residuos, sellos de eficiencia energética, huella de carbono, otros), es realizado por el 56% de las empresas participantes o (ver Fig. 3 e); aunque éste porcentaje está asociado principalmente a las grandes empresas, su ponderación no es significativamente diferente respecto a la no practica de marketing responsable.

5.3.3 Acciones de Circularidad Postventa

Sin duda alguna, las acciones de circularidad fuera del proceso productivo son tan importantes como las que están dentro de la planta de producción.

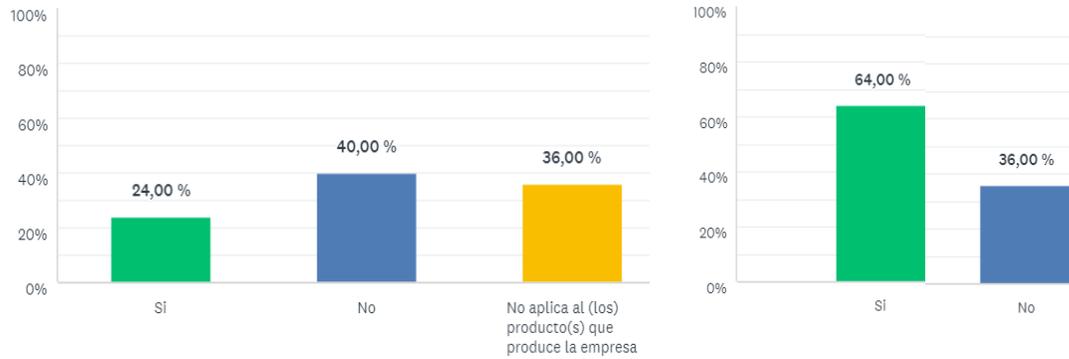


Fig. 4. a) Realizan alguna gestión para la recuperación de su producto (cuando éste ya ha sido utilizado por el consumidor final **b)** Realiza alguna gestión para la recolección, recuperación y/o reciclaje de los residuos que generan sus productos.

Fuente: Elaboración propia

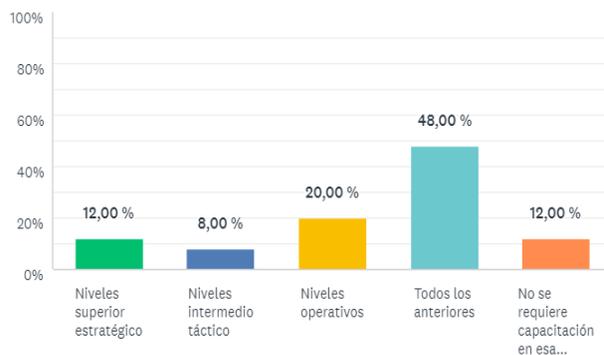
En este sentido, por el tipo de producto que fabrica, para una importante cantidad de empresas (incluidas en el presente diagnóstico) no es posible la gestión del mismo al final de su consumo (36%); solamente el 24% de las empresas realizan alguna gestión para la recuperación de su producto (cuando éste ya ha sido utilizado por el consumidor final), mientras que el 40% no hace ninguna gestión al respecto, especialmente en las pequeñas empresas (ver Fig. 4 a).

Respecto a los residuos que generan sus productos (p/ej. envases, empaques, embalajes y otros), el 64% de las empresas consultadas, realizan alguna gestión para su recolección, recuperación y/o reciclaje (ver Fig. 4 b); es posible que éste relativo alto porcentaje esté relacionado con la aplicación de la legislación relativa a la gestión integral de residuos vigente en el país.

5.4 Necesidad de Capacitación en temas relacionados con la Economía Circular

La mayoría de las empresas consultadas (56%) no cuentan con un plan de capacitaciones que aborde tópicos sobre Economía Circular o temas relacionados, como son: eco-diseño, reciclaje, reaprovechamiento de residuos, recirculación, uso eficiente de agua, eficiencia energética, otros relacionados; en tanto que el 44% si llevan adelante capacitaciones en ésta temática, principalmente en las grandes empresas y algunas empresas medianas. En caso de que las empresas requiriesen de capacitación en temas relativos a la Economía Circular, casi la mitad de los consultados (48%) considera que las capacitaciones deberían orientarse a los tres niveles de la organización (superior estratégico, intermedio táctico y operativo), mientras que el 20% considera que en ésta temática debería priorizarse al nivel operativo (ver Fig. 5 a).

a)



b)

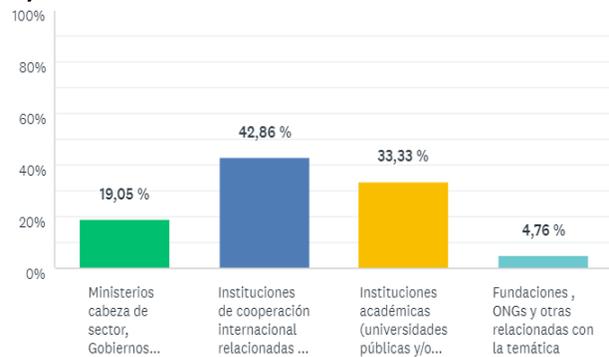


Fig. 5. a) Niveles prioritarios al que se deberían orientar las capacitaciones en temas relativos a Economía Circular. **b)** Preferencia respecto a instituciones de capacitación.

Fuente: Elaboración propia

Si las empresas requirieran de capacitaciones, asistencia técnica y/o algún servicio específico referido a Economía Circular, el 43% acudiría preferentemente a instituciones de cooperación internacional, el 33% a las instituciones académicas (universidades públicas y/o privadas), y en menor proporción (19%) acudirían a instituciones públicas (ministerios y gobiernos subnacionales) (ver Fig. 5 b).

5.5 Generación de Residuos en las Empresas Participantes

El 68% de las empresas consultadas, en los últimos cinco años, han realizado inversiones para la prevención y/o disminución de la generación de residuos, o en su caso, para el tratamiento y eliminación de residuos (ver Fig. 6 a), éstas inversiones se dan mayoritariamente en empresas grandes y medianas; sin embargo y contrariamente, el 60% de las empresas no cuentan con instrumentos de medición de los residuos que se generan (ver Fig. 6 b).

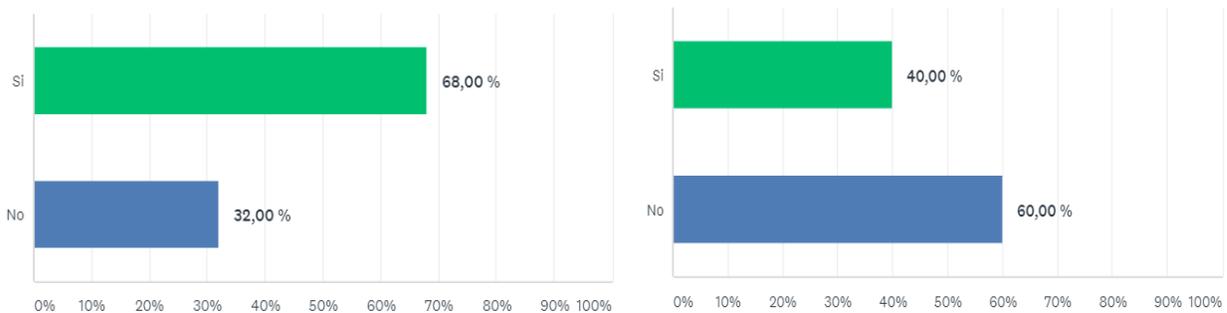


Fig. 6. a) Inversiones realizadas en los últimos 5 años en prevención, disminución de la generación de residuos, tratamiento y/o eliminación de residuos. **b)** Aplicación de instrumentos de medición de los residuos.

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1, sistematiza y resume los resultados porcentuales de la generación de residuos de diferentes tipos en los diferentes rangos cuantitativos.

Tabla 1. Generación de Residuos de Tipología Diversa

OPCIÓN DE RESPUESTA	ORGÁNICO (%)	PLÁSTICO (%)	PAPEL Y CARTÓN (%)	MADERA (%)	VIDRIO (%)	METÁLICOS FÉRRICOS (%)	METÁLICOS NO FÉRRICOS (%)	CAUCHO (%)
No se genera	36	24	32	63	84	56	84	72
Si se genera, en una cantidad aproximada de 100 a 300 kg/año	16	36	36	17	0	24	8	20

Si se genera, en una cantidad aproximada de 300 a 500 kg/año	8	4	4	13	0	0	0	4
Si se genera, en una cantidad aproximada de 500 a 1000 kg/año	4	20	16	8	8	12	4	4
Si se genera, en una cantidad aproximada mayor a 1000 kg/año	36	16	12	0	8	8	4	0
TOTAL	100							

* No se considera a los residuos textiles porque el 100% de las respuestas señalaron su no generación.

5.5.1 Residuos Orgánicos (no asimilables a domiciliarios)

Respecto a la generación de residuos orgánicos en los procesos de producción (operativos y de apoyo) de la empresa, la Tabla 1, muestra los resultados obtenidos. Al respecto, cabe subrayar que ambos extremos: de la no generación de residuos orgánicos (36%) y la generación de residuos orgánicos por encima de los 1000 kg/año, se debe fundamentalmente al sector al que pertenece la empresa, de hecho, las empresas del sector alimenticio tienden a generar residuos orgánicos, en diferentes cantidades.

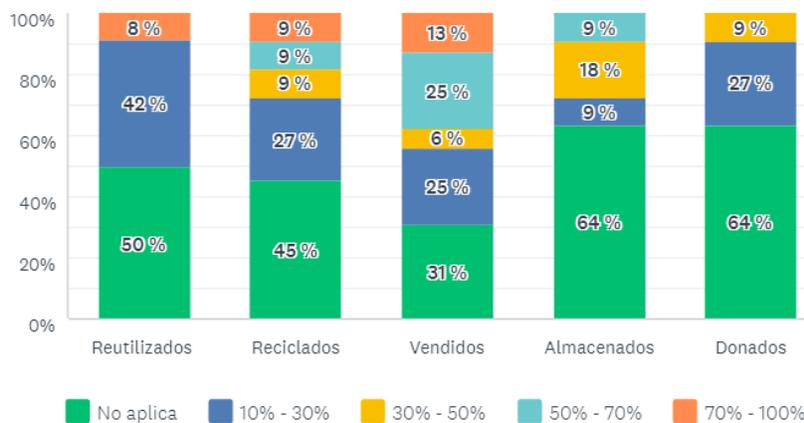


Fig. 7. Proporciones de reutilización/reciclaje/venta/almacenaje/donación de Residuos Orgánicos

Respecto al tratamiento o disposición de los residuos orgánicos, existe una marcada tendencia a la no aplicación de su reutilización, reciclaje, venta, almacenaje y/o donación, sin embargo, se observa que de la cantidad total de residuos orgánicos generados, solamente del 10% al 30% se reutiliza, recicla, vende y/o dona (ver Fig.7).

5.5.2 Residuos Plásticos (no asimilables a domiciliarios)

En relación a la generación de residuos plásticos en los procesos de producción (operativos y de apoyo) de la empresa, la Tabla 1 resume los resultados. Aunque presentan diferentes cantidades de su generación, existe una ligera inclinación a que se genere una cantidad aproximada de 100 a 300 kg/año.

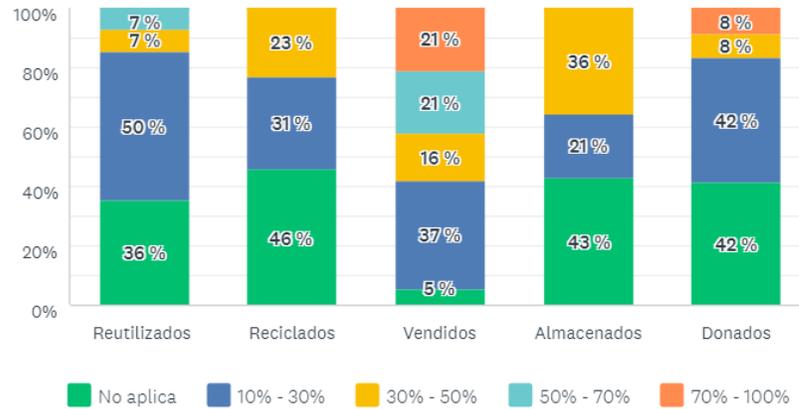


Fig. 8. Proporciones de reutilización/reciclaje/venta/almacenaje/donación de Residuos Plásticos

En la Fig. 8, se observa que de la cantidad total de residuos plásticos, generalmente del 10% al 30% es reutilizado, reciclado, vendido, almacenado y/o donado. También se concluye que la venta de los residuos plásticos es la más aplicada por las empresas incluidas en el estudio.

5.5.3 Residuos de Papel o Cartón (no asimilables a domiciliarios)

En relación a la generación de residuos de papel y cartón en los procesos de producción (operativos y de apoyo) de la empresa, la Tabla 1 resume los resultados. Aunque presentan diferentes cantidades de su generación, existe una ligera inclinación a que se genere una cantidad aproximada de 100 a 300 kg/año.

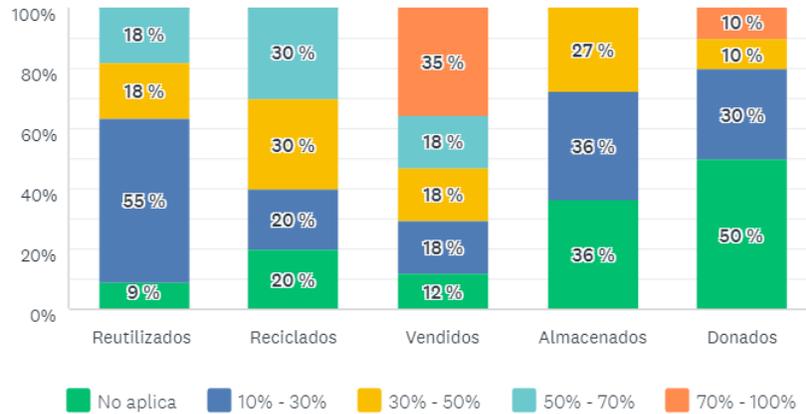


Fig. 9. Proporciones de reutilización/reciclaje/venta/almacenaje/donación de Residuos de Papel o Cartón

De la cantidad total de residuos de papel o cartón, generalmente del 10% al 30% es reutilizado, almacenado y/o donado. En general, de la Fig. 9, se puede indicar que del 30% al 70% es reciclado, y su venta está en el rango del 70% al 100%.

5.5.4 Residuos de Madera (no asimilables a domiciliarios)

En lo referente a la generación de residuos de madera en los procesos de producción (operativos y de apoyo), la Tabla 1 resume los resultados. Se observa claramente una tendencia a su no generación; aunque se registran ciertas cantidades tendientes al intervalo de 100 a 300 kg/año.

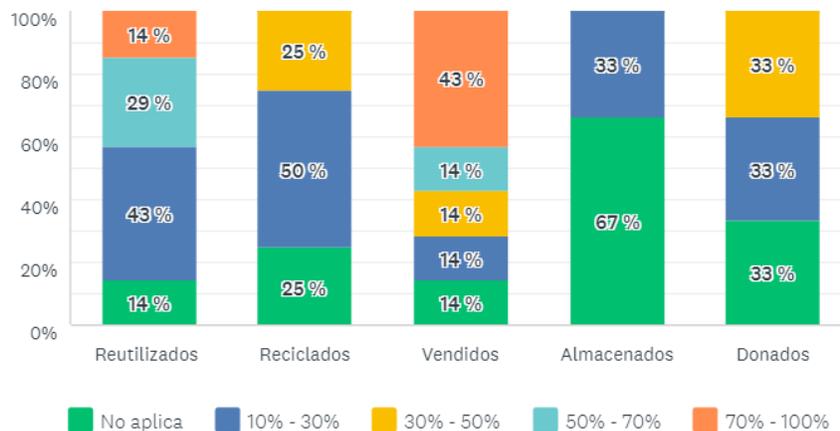


Fig.10. Proporciones de reutilización/reciclaje/venta/almacenaje/donación de Residuos de Madera

La Fig. 10 muestra que de la cantidad total de residuos de madera, en general del 10% al 30% es reutilizado, reciclado y/o donado, casi no se practica su almacenamiento y su venta está en el rango del 70% al 100% (mayoritariamente).

5.5.5 Residuos de Vidrio (no asimilables a domiciliarios)

La Tabla 1 resume los resultados relativos a la generación de residuos de vidrio en los procesos de producción (operativos y de apoyo). Se registra que el 84% no genera este tipo de residuos.

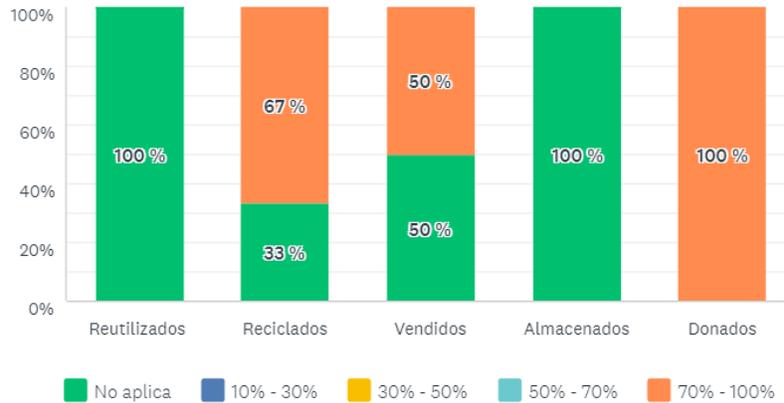


Fig.11. Proporciones de reutilización/reciclaje/venta/almacenaje/donación de Residuos de Vidrio

La Fig. 11 muestra que no se reutiliza ni almacena los residuos de madera, por el contrario se recicla, vende y/o dona del 70% al 100% del total generado.

5.5.6 Residuos de Metálicos Férricos (hierro o acero) y Metálicos No Férricos (aluminio, cobre, bronce, estaño, zinc, otros en cuya composición no haya hierro) (no asimilables a domiciliarios)

La Tabla 1 muestra los resultados relativos a la generación de residuos férricos y no férricos en los procesos de producción. Se registra que el 56% y 84% no genera residuos férricos y no férricos, respectivamente.

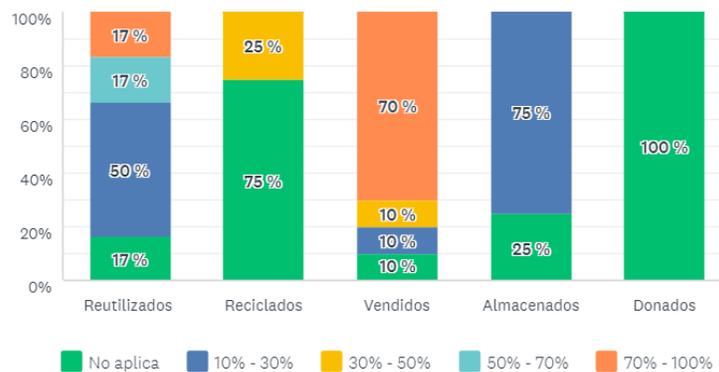


Fig.12. Proporciones de reutilización/reciclaje/venta/almacenaje/donación de Residuos Férricos

La Fig. 12 muestra que estos residuos de ninguna manera son donados, mayormente se reutiliza y almacena entre el 10% al 30%, se recicla entre el 30% al 50%, y son vendidos entre el 70% al 100% del total generado.

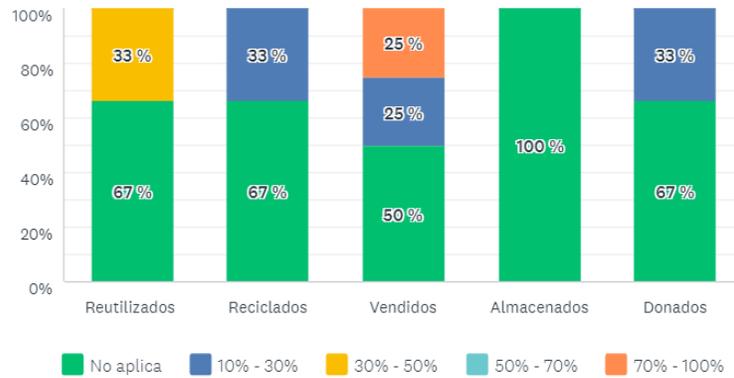


Fig.13. Proporciones de reutilización/reciclaje/venta/almacenaje/donación de Residuos No Férricos

La Fig. 13 muestra que estos residuos no son almacenados, y tampoco tienden a ser reutilizados, reciclados, vendidos y donados; sin embargo, si se recicla, vende o dona se utiliza del 10% al 30%, y se reutiliza entre un 30% a 50% del total generado.

5.5.7 Residuos de Caucho (no asimilables a domiciliarios)

En lo referente a la generación de residuos de caucho en los procesos de producción, la Tabla 1 muestra los resultados. Se observa claramente una tendencia a su no generación (72%); aunque se registran ciertas cantidades tendientes al intervalo de 100 a 300 kg/año.

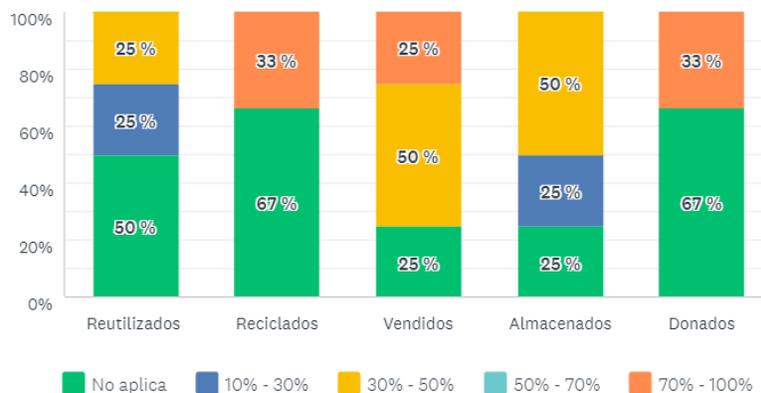


Fig.14. Proporciones de reutilización/reciclaje/venta/almacenaje/donación de Residuos de Caucho

La Fig. 13 denota que estos residuos tienden a no ser reutilizados, reciclados, y almacenados; sin embargo, su venta y almacenaje está entre un 30% a 50% del total generado.

6. Conclusiones.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación, la revisión bibliográfica sobre la temática y el análisis realizado, se puede obtener las siguientes conclusiones:

Se diseñó el instrumento de recolección de información – encuesta, cuyo objeto principal es la cuantificación de los residuos aprovechables generados en unidades industriales seleccionadas y el análisis de viabilidad de la aplicación de los principios de la economía circular, en el diseño de productos, en el proceso productivo y en con sus residuos generados.

La población objeto de estudio es el conjunto de establecimientos industriales grandes, medianas y pequeñas de los municipios de La Paz, El Alto y Viacha. Se han considerado a 25 empresas. La mayor parte de empresas que participaron en el proceso de diagnóstico están ubicadas en la ciudad de El Alto, de manera equiparable, las empresas del municipio de La Paz también tuvieron una participación importante. Las medianas empresas fueron protagonistas del diagnóstico, ya que su participación fue mayoritaria (48%), seguida de las empresas grandes (40%).

Respecto diseño circular, la mayoría de las empresas (64%) de las empresas no cuentan con un área específica donde se analice el diseño de nuevos productos con bajo impacto ambiental, y las que si cuentan principalmente son empresas grandes. Sin embargo, esto no condiciona a que las empresas diseñen sus productos con la posibilidad de una posterior reparación y/o aprovechamiento de componentes, o el reciclaje de sus productos o parte de ellos.

En relación a la producción circular, solo el 44% de las empresas utilizan o reemplazan parte de las materias primas originales o vírgenes por materiales reciclados, reparados o remanufacturados. Asimismo, existe la tendencia de uso de tecnologías eficientes, con independencia de dónde provenga su fuente de energía (tipo de energía).

El 68% de las empresas utilizan envases, empaques y/o embalajes ecológicos que faciliten su reutilización, desarme y/o reciclaje, éste porcentaje está

asociado mayoritariamente a las empresas grandes y medianas. El desarrollo de marketing responsable es realizado por el 56% de las empresas participantes, éste porcentaje está asociado principalmente a las grandes empresas.

Sin duda alguna, las acciones de circularidad fuera del proceso productivo son tan importantes como las que están dentro de la planta de producción. Al respecto, el 24% de las empresas realizan alguna gestión para la recuperación de su producto, mientras que el 40% no hace ninguna gestión al respecto. En relación a los residuos que generan sus productos, el 64% de las empresas consultadas, realizan alguna gestión para su recolección, recuperación y/o reciclaje.

La mayoría de las empresas consultadas no cuentan con un plan de capacitaciones que aborde tópicos sobre economía circular o temas relacionados, principalmente en las grandes empresas y algunas empresas medianas si llevan adelante capacitaciones en ésta temática. En caso de que las empresas requiriesen de capacitación en la citada temática, casi la mitad de los consultados (48%) considera que las capacitaciones deberían orientarse a todos los niveles de la organización y con preferencia (43%) acudirían a instituciones de cooperación internacional, después a las universidades (33%), y en menor proporción (19%) acudirían a instituciones públicas.

El 68% de las empresas consultadas, en los últimos cinco años, han realizado inversiones para la prevención y/o disminución de la generación de residuos, o en su caso, para el tratamiento y eliminación de residuos (ver Fig. 6 a), éstas inversiones se dan mayoritariamente en empresas grandes y medianas; sin embargo y contrariamente, el 60% de las empresas no cuentan con instrumentos de medición de los residuos que se generan.

Respecto a la generación de residuos orgánicos en los procesos de producción (operativos y de apoyo) de la empresa, la generación de residuos orgánicos por encima de los 1000 kg/año, se debe fundamentalmente al sector al que pertenece la empresa, de hecho, las empresas del sector alimenticio tienden a generar residuos orgánicos, en diferentes cantidades.

En relación a la generación de residuos plásticos, de papel y cartón, existe una ligera inclinación a que se genere una cantidad aproximada de 100 a 300 kg/año. También se concluye que la venta de los residuos plásticos es la más aplicada por las empresas incluidas en el estudio.

En lo referente a la generación de residuos de madera, se observa una

tendencia a su no generación; aunque se registran ciertas cantidades tendientes al intervalo de 100 a 300 kg/año. En general, del 10% al 30% es reutilizado, reciclado y/o donado, casi no se practica su almacenamiento y su venta está en el rango del 70% al 100% (mayoritariamente).

Los resultados relativos a la generación de residuos de vidrio muestran que la mayoría (84%) no genera este tipo de residuos. Éste residuo no se reutiliza ni almacena, por el contrario, se recicla, vende y/o dona del 70% al 100% del total generado.

Respecto a los resultados relativos a la generación de residuos férricos y no férricos, que casi no se generan éste tipo de residuos, y los que se generan de ninguna manera son donados en su totalidad, mayormente se reutiliza y almacena, se recicla o son vendidos entre el 70% al 100%.

En lo que respecta a la generación de residuos de caucho en los procesos de producción, se observa claramente una tendencia a su no generación (72%); estos residuos tienden a no ser reutilizados, reciclados, y almacenados; sin embargo, su venta y almacenaje está entre un 30% a 50% del total generado.

7. Bibliografía

- Cámara Nacional de Industrias. 2019. Guía Directorio de la Industria Boliviana 2018 -2019.
- Ley N°755 de Gestión Integral de Residuos promulgada el 28 de octubre de 2015
- Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos. 2016. Diagnóstico Nacional de Residuos de la Industria en Bolivia.
- Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco (SCPGV), 2020. Estrategia ECONOMÍA CIRCULAR DE EUSKADI 2030

CARRERA ACREDITADA AL SISTEMA ARCU-SUR, DEL MERCOSUR EDUCATIVO



INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL
INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
INGENIERÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL
PROGRAMA ACADÉMICO DESCONCENTRADO INGENIERÍA INDUSTRIAL AMAZÓNICA-SAN BUENAVENURA
PROGRAMA ACADÉMICO DESCONCENTRADO INGENIERÍA INDUSTRIAL AMAZÓNICA-CARANAVI





CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS - 2021
LA PAZ - BOLIVIA

Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175, Plaza del Obelisco
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería
Teléfonos 2205000 - 2205067 int. 1402
WebSite: industrial.umsa.bo
Email: ingeindustrial@umsa.bo
ingeindustrialumsa@gmail.com
Ciudad de La Paz - Bolivia