

**DETECCIÓN DE SINERGIAS DE SIMBIOSIS INDUSTRIAL APLICADO A SISTEMAS
PRODUCTIVOS EN EL CORREDOR INDUSTRIAL MANUFACTURERO DE LOS
MUNICIPIOS DE PEREIRA Y DOSQUEBRADAS, RISARALDA.**

CLAUDIA MARCELA OSPINA FRANCO.

Tesis de grado como requisito para optar al título de Ingeniera Ambiental.

Director:

Ms. Carlos Mario Duque

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD.

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE – ECAPMA.

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL.

CECAV DOSQUEBRADAS.

2019.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo de grado desarrollado como proyecto de investigación quiero dedicarlo primero que todo a Dios que a pesar de las dificultades que se me han presentado durante el desarrollo de mi carrera siempre había algo que me permitía continuar para poder culminarla.

Lo dedico a mis padres y a mi hermana Claudia Franco, Efraín Emilio Ospina Grisales y Diana Carolina Ospina Franco respectivamente por su apoyo y motivación, a mi abuela materna María Omaira Díaz de Franco por su amor y apoyo incondicional, al padre de mi hijo por su paciencia y ánimo y, sobre todo no podía faltar mi hijo Ricardo Gutiérrez Ospina que ha sido la principal razón para yo llegar hasta este punto de mi formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO.

1.	RESUMEN.....	7
2.	INTRODUCCIÓN.....	8
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	9
4.	JUSTIFICACIÓN.....	11
5.	OBJETIVOS.	12
5.2.	Objetivo General.	12
6.	MARCO DE REFERENCIA.....	13
6.1.	MARCO GEOGRÁFICO.....	13
6.2.	MARCO LEGAL.	15
6.3.	MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL.	17
7.	METODOLOGÍA.	34
8.	RESULTADOS.....	35
8.2.	Caracterización industrial de la zona de estudio.	35
8.2.	Caracterización industrial del municipio de Pereira.....	36
8.3.	Caracterización industrial del municipio de Dosquebradas.	37
8.4.	Generalidades de la gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Pereira.	38
8.5.	Informe nacional de aprovechamiento año 2016.	46
8.6.	DIAGNÓSTICO.....	48
8.6.1.	Descripción de industrias en estudio.....	49
8.6.2.	Gestión de residuos sólidos no peligrosos por la industria manufacturera de los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017.	52
8.6.3.	Manejo de aguas residuales.	58
8.6.4.	Propuesta de simbiosis industrial a partir de los residuos sólido no aprovechados en la industria manufacturera.	61
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	72

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Ubicación de Dosquebradas en el departamento de Risaralda.

Figura 2. Mapa de distribución de las comunas en Dosquebradas, Risaralda.

Figura 3. La simbiosis Industrial de Kalundborg en Dinamarca (en 2002)

Figura 4. Risaralda: dinámica y evolución del tejido empresarial

Figura 5. Risaralda: Estructura empresarial por sectores económicos.

Figura 6. Distribución del valor agregado de la industria en Risaralda, 2012

Figura 7. Distribución de unidades productivas de acuerdo a su forma.

Figura 8. Porcentaje de empresas en las diferentes comunas del municipio de Dosquebradas departamento de Risaralda

Figura 9. Composición física de los residuos sólidos generados en el área urbana de Pereira por el sector residencial.

Figura 10. Composición física de los residuos sólidos generados en el área urbana de Pereira por los sectores residencial, oficial, comercial e industrial.

Figura 11. Composición física e los residuos generados en Pereira frente a la composición de los residuos dispuestos en el relleno sanitario “La Glorita”.

Figura 12. Usuarios del servicio público de aseo por tipo y estrato, en el área urbana del municipio de Pereira.

Figura 13. Usuarios del servicio público de aseo del sector comercial, industrial y oficial, en el área urbana del municipio de Pereira.

Figura 14. Usuarios del servicio público de aseo del sector industrial, en el área urbana del municipio de Pereira.

Figura 15. Toneladas Aprovechadas por departamento.

Figura 16. Porcentajes de aprovechamiento de los diferentes materiales provenientes del servicio público de empleo.

Figura 17. Residuos no peligrosos producidos por la industria manufacturera de los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017.

Figura 18. Gráfico de barras donde muestra los porcentajes de los diferentes residuos no peligrosos aprovechados por las industrias manufactureras de los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017.

Figura 19. Gráfico de barras de los residuos no peligrosos tratados.

Figura 20. Gráfico de barras de los porcentajes de residuos no peligrosos dispuestos por las industrias manufactureras de los municipios de Pereira y Dosquebradas en el año 2017.

Figura 21. Gráfico circular donde se muestra los diferentes tipos de manejo que se les da a los residuos no peligrosos producidos por las industrias manufactureras de los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017.

Figura 22. Gráfico circular que muestra la distribución del tipo de persona que maneja los residuos no peligrosos en la industria manufacturera en los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017.

Figura 23. Distribución de tipo de vertimientos que realizan las industrias manufactureras de los municipios Pereira y Dosquebradas en el depto. De Risaralda en el año 2017.

Figura 24. Proporciones de tipo de receptor sobre los cuales son vertidas las aguas residuales de las industrias manufactureras de los municipios Pereira y Dosquebradas del año 2017

Figura 25. Porcentaje de los tipos de tratamientos realizados a los efluentes industriales del sector manufacturero de los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017.

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Marco legal y normativo en la gestión y aprovechamiento de residuos sólidos y manejo de vertimientos de aguas residuales.

Tabla 2. Ejemplos de implementación de Ecología Industrial en el mundo.

Tabla 3. Algunas sinergias llevadas a cabo en la zona industrial de la ciudad de Tampico, México.

Tabla 4. Entidades gubernamentales encargadas de las diferentes acciones definidas por la Política Nacional de GIRS en Colombia.

Tabla 5. Posibilidades de Reutilización y Reciclaje de residuos sólidos no peligrosos.

Tabla 6. Empresas que prestan el servicio público de aseo en la ciudad de Pereira.

Tabla 7. Caracterización de los residuos en el relleno sanitario “La Glorita”.

Tabla 8. Usuarios del servicio público de aseo por tipo y estrato, en el área urbana del municipio de Pereira.

Tabla 9. Actividades económicas que realizaron su reporte en el RUA manufacturero de los municipios Pereira y Dosquebradas jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER.

Tabla 10. Análisis de residuos no peligrosos producidos por las industrias manufactureras en el año 2017.

Tabla 11. Lista de residuos sólidos no peligrosos que tienen un porcentaje de no aprovechamiento por las industrias manufactureras.

Tabla 12. Códigos de industrias según CIIU Rev. 4. Adaptado para Colombia que pueden usar los residuos orgánicos de origen vegetal y animal dentro de sus procesos.

Tabla 13. Códigos de industrias según CIIU Rev. 4. Adaptado para Colombia que pueden usar los residuos de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados de construcción, de demolición, y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación dentro de sus procesos.

Tabla 14. Códigos de industrias según CIIU Rev. 4. Adaptado para Colombia que pueden usar los residuos de escorias y cenizas que no contengan metales, excluidos de la lista de RESPEL dentro de sus procesos.

Tabla 15. Códigos de industrias según CIIU Rev. 4. Adaptado para Colombia que pueden usar los residuos de residuos metálicos en forma masiva o no dispersable, incluso montajes de generación eléctrica (... y chatarra...O) excluidos de la lista de RESPEL dentro de sus procesos.

Tabla 16. Códigos de industrias según CIIU Rev. 4. Adaptado para Colombia que pueden usar los residuos de lodos provenientes de tratamiento de aguas residuales domiciliarias e industriales, excluidos de la lista de RESPEL dentro de sus procesos.

1. RESUMEN.

El municipio de Dosquebradas y Pereira pertenecientes al departamento de Risaralda se caracterizan por tener un alto índice de industrialización a nivel regional y nacional generando beneficios económicos y sociales en la localidad tales como la generación de empleos directos e indirectos; sin embargo, una alta industrialización trae consigo una afectación al medio ambiente por los diferentes impactos ambientales efecto de la generación de residuos peligrosos, vertimientos industriales, emisiones atmosféricas, entre otros; por otro lado, la forma de mitigar los impactos la cual es disminuyendo la concentración de los contaminantes en los vertimientos y emisiones provocan un efecto acumulativo de estos en los recursos naturales.

Otra problemática identificada es que la alta generación de residuos industriales que en la mayoría de veces son gestionados por terceros, acaban disponiéndose en rellenos sanitarios disminuyendo la vida útil de los mismos.

Es así como se crea la necesidad de crear estrategias de producción más limpia que permitan transformar la economía de tipo lineal en la cual se hace uso de los recursos naturales para obtener las materias primas y, finalmente los residuos y vertimientos son dispuestos de nuevo en el medio ambiente aumentando la contaminación, a una economía circular, la cual busca que el valor de los productos y materiales se mantengan durante el mayor tiempo posible en el ciclo productivo; una de las estrategias que toma auge en la actualidad es la simbiosis industrial que a través del intercambio de residuos entre industrias, los residuos y subproductos de una empresa sirvan de materia prima para la otra.

Teniendo en cuenta que la industria manufacturera es uno de los sectores estratégicos del departamento de Risaralda, en este estudio se realizó el análisis de la información de tipo secundaria encontrada en el Registro Única Ambiental – RUA manufacturero del año 2017; caracterizando la distribución de residuos aprovechados, tratados y dispuestos, los tipos de gestores y, la gestión que se realiza con las aguas residuales, encontrándose que los tipos de residuos que son aprovechados en un 100 % son el papel y cartón, plástico, vidrio, madera, textiles y caucho; por otro lado, los que tienen un porcentaje de aprovechamiento en menor medida son lodos de plantas de tratamientos de aguas residuales y domésticas, residuos de construcción y demolición, residuos metálicos en forma dispersable y, escorias y cenizas.

Además, en la caracterización de la gestión de las aguas residuales se encontró que un 71% son dispuestos en alcantarillado municipal, y en menor medida en los cuerpos de agua, suelo y humedales de lo cual se concluyó que no existe ninguna forma de reutilización de las aguas residuales producidas por las diferentes industrias.

Finalmente, con los residuos sólidos que son aprovechados en menor medida se propuso los posibles sinergias de productos que podían presentarse.

2. INTRODUCCIÓN.

En los años 50 las industrias manejaban los residuos por medio de las medidas denominadas “al final del tubo”, es decir, por medio del uso de tecnologías como filtros, plantas de tratamientos de aguas residuales, etc., a pesar de que el uso de este tipo de medidas disminuye la contaminación ocasionada por las diferentes industrias, trae inconvenientes debido a que el contaminante no es eliminado, por otro lado, este es transferido de un medio a otro trayendo consigo costos de implementación, el no ahorro de recursos y es manejado individualmente por cada compañía; en los años 70 con la aparición del concepto de Ecología Industrial – EI en algunos países de Europa y América, se cambia la concepción ya que los sistemas industriales son vistos como ecosistemas, donde la actividad industrial no maneja sus aspectos ambientales de forma individual, sino que se relaciona con el entorno y el medio social (Cervantes, 2016).

Dentro de los conceptos contenidos en la EI se encuentra la Simbiosis Industrial el cual según Cervantes, 2016 es el método a través del cual se promueve el desarrollo de sinergias entre industrias involucradas; estas sinergias se dan cuando los residuos de una industrias son usados como materia prima para otra, por otro lado, las sinergias también se ven representadas por el uso o implantación conjunta de un servicio o infraestructura.

En el mundo existen diversas representaciones de Simbiosis Industrial siendo el caso más representativo el de Kalunborg, Dinamarca; este parque eco – industrial se asemeja a una cadena alimenticia donde en el primer nivel se encuentra al productor primario que son la planta eléctrica ASNAES y la refinería STATOIL, en el segundo nivel están los consumidores energéticos primarios: la planta de ácido sulfúrico KEMIRA, la industria de paneles de cartón yeso GYPROC y la planta farmacéutica NOVODISK, en el tercer nivel está el consumo energético secundario: la ciudad de Kalundborg, y, al final de la cadena, se encuentra el eslabón de descomponedores: una planta de biomasa, y las granjas acuícolas, porcinas y de cultivo (Pinzón, 2009).

Si bien, en Colombia no se han presentado casos de implementación de Simbiosis Industrial, si se han llevado cabo proyectos relacionados al concepto de la Ecología Industrial (Monroy & Ramírez).

Los municipios de Pereira y Dosquebradas tienen un alto índice de industrialización, predominando la pequeña y mediana empresa; según la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, uno de los sectores más estratégicos en los cuales se enfatiza esta política es el sector manufacturero (envases y

empaques, alimentos, productos químicos, metalurgia), al cual se le incentiva a optimizar en sus procesos productivos el uso eficiente de energía, agua y materias primas, con potencial para la reducción y el aprovechamiento de los residuos y así mismo, el potencial de reducir su huella de carbono.

Debido a lo anterior, en el presente estudio se realizó un análisis de la forma de gestionar los residuos sólidos no peligrosos y las aguas residuales de las industrias manufactureras que de acuerdo a la resolución 1023 de 2010 reportan el Registro Único Ambiental manufacturero – RUA a la autoridad ambiental competente que en este caso es la Corporación Autónoma Ambiental de Risaralda – CARDER en el año 2017.

Una vez analizado la información sobre la gestión de sus residuos y vertimientos, se eligieron aquellas corrientes de residuos sólidos no peligrosos que tienen un aprovechamiento en menor medida y a través de fuentes bibliográficas secundarias se consultó los usos que se le daban a estos residuos y se nombraron a través de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas revisión 4 adaptada para Colombia – CIIU, Rev. 4 A.C., proponiendo posibles sinergias la cual permite abrir la puerta de la posibilidad de un proyecto de simbiosis industrial de las industrias presentes en los municipios de estudio.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La ciudad de Pereira del departamento de Risaralda tiene una ubicación estratégica de manera equidistante (200 Km lineales) a los tres principales centros de consumo nacional (Bogotá, Medellín y Cali), denominados el Triángulo de Oro (Dinero, 2014); esta ubicación estratégica hace de Pereira un municipio con privilegios económicos, culturales y de infraestructura; del mismo modo, Dosquebradas es un municipio conurbado con Pereira y a pesar de que dos terceras partes de la población y empresas, así como la centralidad principal están en el municipio de Pereira, la mayoría de la actividad manufacturera se encuentra centrada en el municipio de Dosquebradas (Cámara de Comercio de Pereira, 2018); que a su vez se caracteriza por tener uno de los índices de industrialización más altos del país (Toro, 2015).

Este patrón de crecimiento industrial a pesar de que involucra un avance económico y social, se basa en un modelo económico lineal, un concepto de producción unidireccional que se sigue la secuencia de “tomar-fabricar-consumir y eliminar”. Por lo tanto, la atención es puesta en la valorar los productos económicos, mientras el agotamiento de los recursos naturales y la acumulación resultante de residuos es ignorada (Donald et al, 2015).

Para las industrias de Pereira y Dosquebradas, el pensamiento productivo – ambiental tradicional se ha

centrado en soluciones curativas una vez que los desechos y emisiones se han generado. Es así como, la herramienta usada hoy en día por las industrias mitigar los impactos ambientales causados, por medio de la reducción de contaminantes a niveles aceptados por la legislación vigente en su territorio de jurisdicción, sin embargo, esta gestión llamada como medida tomada al final del tubo llamadas así por que intentan controlar la contaminación mediante técnicas curativas como plantas de tratamiento de aguas, filtros de chimeneas, incineración o neutralización de desechos, confinamiento de sustancias contaminantes y disposición de residuos en rellenos sanitarios o “botaderos”, tienen muchos inconvenientes ya que las tecnologías de etapa final no están diseñadas para incentivar la prevención de la contaminación (Varela) y los contaminantes pasan de un medio a otro sin ser eliminados; siendo un efecto contaminante acumulativo afectando el ahorro de recursos, además la única preocupación en materia ambiental relacionado al manejo de residuos convencionales y/o peligrosos producidos por las industrias es disponerlos a través de gestores externos que lo único que hacen es llevarlos a un relleno sanitario agotando de esta manera su vida útil, o simplemente se les realiza tratamiento de incineración que aun así afectan al medio ambiente por los gases producidos.

Este gran deterioro, daño y agotamiento de los ecosistemas naturales debido a la explotación descontrolada de recursos naturales y la gestión facilista de residuos y subproductos afecta también al sistema social el cual se sustenta del natural; de esta manera para que Dosquebradas y Paríera municipios tengan una alta incidencia industrial sustentada por tres factores fundamentales integrados entre sí como el económico, social y ambiental se realiza un análisis de la forma de gestionar los residuos por medio del Registro Único Ambiental Manufacturero del año 2017, con el fin de detectar posibles sinergias que conlleven a una propuesta de simbiosis industrial.

4. JUSTIFICACIÓN.

La característica principal de los municipios Pereira y Dosquebradas, Risaralda es su alto nivel de industrialización; este auge industrial trae consigo entre otros beneficios sociales y económicos tal como la generación de empleo; sin embargo, la particularidad que predomina en estas empresas es la independencia y poca cooperación cuya idiosincrasia viene acompañada de la alta producción de residuos convencionales y/o peligrosos y vertimiento de aguas residuales a cuerpos de agua o alcantarillado municipal.

Uno de los mayores gastos en materia ambiental que efectúan las empresas es la gestión de sus residuos y subproductos, el cual se basa generalmente en la disposición final por parte de gestores externos.

Sumado a esto, con las reformas que Colombia ha tenido en materia ambiental relacionado con la gestión de residuos que busca dar mejora al problema desbordado del inadecuado manejo y disposición final de residuos, hace necesario dar un paso a la reforma de los sistemas industriales, con la búsqueda de herramientas que transformen recursos en bienes y servicios de una forma sustentable.

Para alcanzar un desarrollo industrial sostenible, donde el manejo de residuos y vertimientos industriales venga acompañado de la minimización de los mismos, la disminución de cargas contaminantes, la mejora de la imagen ambiental de las empresas, específicamente las industrias manufactureras de los municipios de Pereira y Dosquebradas y se mejore la relación y colaboración dentro del sector industrial con el medio social y natural, es necesario contar con un enfoque como el que brinda la ecología industrial, donde a través de la simbiosis industrial que tiene como objetivo el intercambio de residuos entre industrias de tal manera que los residuos y subproductos de una empresa sirva de materia prima para la otra, se beneficien económicamente por medio del incremento de la eficiencia de usos de recursos, reducir significativamente la cantidad de recursos a disposición final disminuyendo el impacto ambiental que estos causan, así como los costos de la gestión de los mismos.

Esta búsqueda de herramientas que integren el factor económico, social y ambiental a través de la simbiosis industrial, fomenta la innovación en la consideración de los residuos como una materia prima, que promueve la creación de nuevos procesos y sistemas para valorizar los residuos.

De esta situación, se crea la necesidad de interceder para que el auge de desarrollo industrial que está viviendo los municipios de Pereira y Dosquebradas venga acompañado de una sustentabilidad ambiental a través del aprovechamiento y/o valorización de sus residuos, es así como este proyecto busca iniciar con la investigación de las materias primas, residuos y subproductos producidos en los procesos de las industrias

manufactureras por medio de su Registro Único Ambiental – RUA y de esta manera realizar una propuesta de simbiosis industrial con aquellos residuos que no son aprovechados.

5. OBJETIVOS.

5.2. Objetivo General.

Elaborar una propuesta de simbiosis industrial, por medio de la detección de oportunidades de cooperación entre las industrias manufactureras de los municipios Pereira y Dosquebradas, Risaralda basado en la el balance que entregan en el Registro Único Manufacturero – RUA del año 2017.

5.3. Objetivos Específicos.

- Caracterizar el corredor industrial del municipio de Pereira y Dosquebradas, Risaralda teniendo en cuenta factores ambientales, socio-económicos y culturales.
- Analizar la información almacenada en el Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC, por medio del Registro Único Ambiental – RUA de los diferentes residuos y vertimientos producidos por las industrias manufactureras de los municipios de Pereira y Dosquebradas.
- Diseñar una propuesta de simbiosis industrial para las industrias participantes, de los residuos no peligrosos que no son reciclados.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1. MARCO GEOGRÁFICO.

6.1.1. Descripción de municipio de Dosquebradas.

Dosquebradas es un municipio de categoría uno, ubicado en el sur del departamento Risaralda y contiguo a la ciudad de Pereira (Figura 1); sus coordenadas son 4°50'29.42977" Norte y 75°39'49.24159" Oeste (CAMADO, 2014), el municipio cuenta con una altitud entre 1350 y 2150 m.s.n.m y un área total de 70.81 Km², de los cuales 13 Km² corresponden al área urbana y está conformado por 12 comunas (250 barrios) y 2 corregimientos (24 veredas) (figura 2) (Contraloría Municipal de Dosquebradas, 2016).

Está ubicado en la región centro occidente de Colombia; atravesado por la troncal de occidente y la autopista del café, tiene una ubicación estratégica para el desarrollo de la industria y turismo de la región (Betancur, 2013).

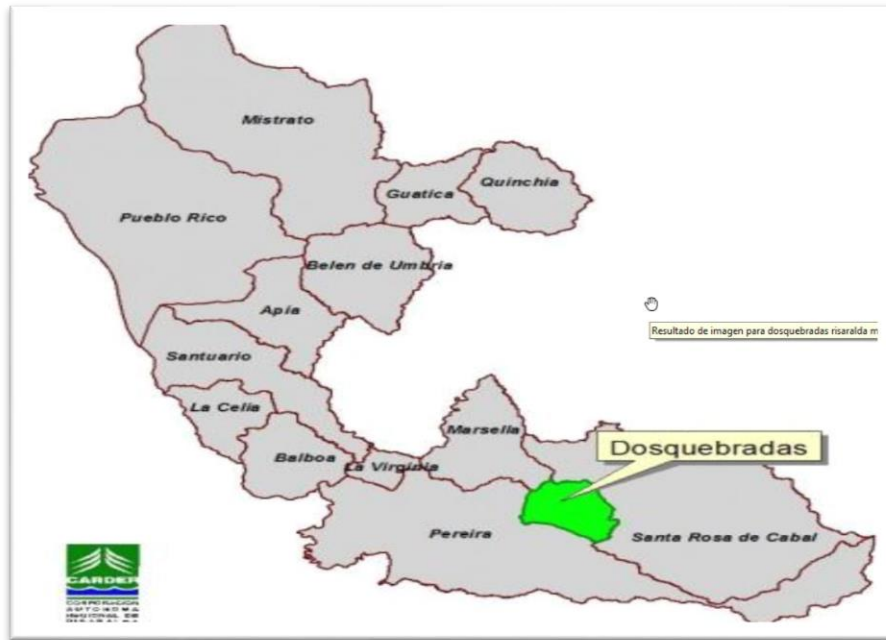


Figura 1. Ubicación de Dosquebradas en el departamento de Risaralda. Fuente: Contraloría Municipal de Dosquebradas, 2016.

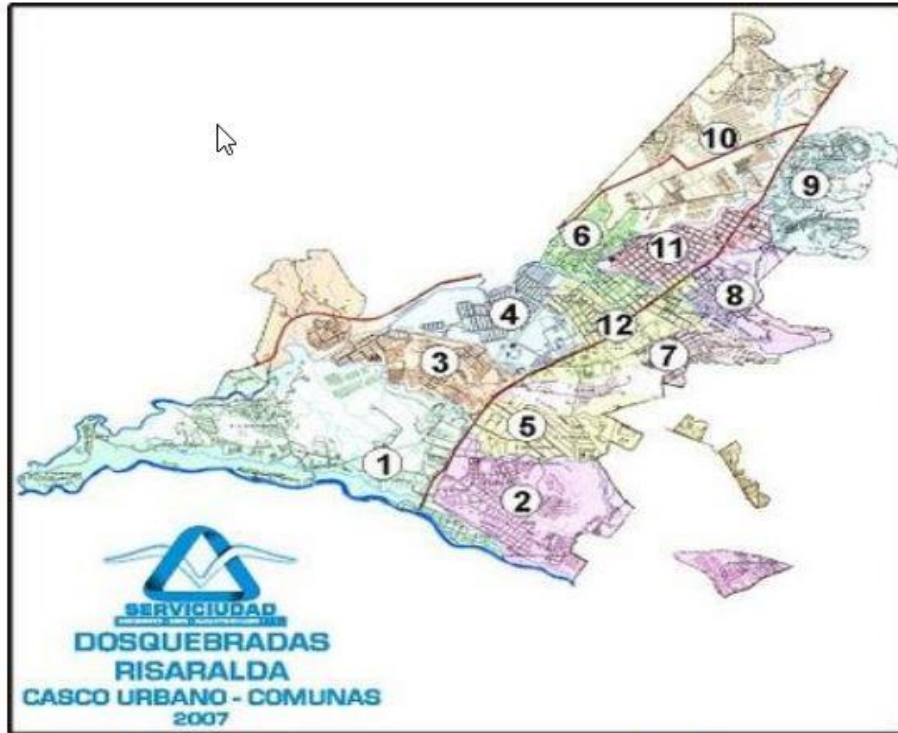


Figura 2. Mapa de distribución de las comunas en Dosquebradas, Risaralda. Fuente: UTP.

Otro rasgo que caracteriza al municipio de Dosquebradas además de su potencial industrial y turístico es su potencial ambiental, ya que está rodeado de parques naturales regionales de la serranía del alto del nudo y el parque natural las marcadas, de donde emergen 32 quebradas (Betancur, 2013).

El municipio de Dosquebradas a pesar de ser un territorio geográficamente pequeño se caracteriza por su potencial exportador en el departamento de Risaralda.

6.1.2. Descripción del municipio de Pereira.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019, Pereira es la capital del departamento de Risaralda; se encuentra localizado en la vertiente occidental de la cordillera Central, desde los 5000 metros sobre el nivel del mar (msnm) en el Parque Nacional Natural de los Nevados, hasta los 900 msnm en el río Cauca.

Pereira como ciudad capital conforma con los municipios de Dosquebradas y La Virginia, el Área Metropolitana Centro Occidente (AMCO); con los municipios de Marsella, Dosquebradas y Santa Rosa conforman la subregión I, de las cuatro en que se subdividen los municipios del departamento de Risaralda.

6.2. MARCO LEGAL.

A continuación, en la tabla 1 se presenta las diferentes normas en las cuales Colombia se basa para gestionar los residuos sólidos, vertimientos y emisiones atmosféricas.

Tabla 1. Marco legal y normativo en la gestión y aprovechamiento de residuos sólidos y manejo de vertimientos de aguas residuales.

Norma.	Descripción o fundamento.
Constitución Política de Colombia de 1991.	<p>Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.</p> <p>Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución</p>
Ley 99 de 1993.	Por la cual se crea el Ministerio del medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA.
Ley 142 de 1994.	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1713 de 2002.	El aprovechamiento es el conjunto de actividades que se da en el servicio público domiciliario de aseo con los residuos sólidos que serán sometidos a procesos de reutilización, reciclaje o incineración con fines de generación de energía, compostaje, lombricultura o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos en el marco de la Gestión Integral de los Residuos
Decreto 838 de 2005	Condiciones técnicas de diseño, ubicación y operación de rellenos sanitarios en la entidades territoriales
Resolución 0627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental
Resolución 909 de 2008	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1299 de 2008	Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1023 del 2010.	“Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR para el sector manufacturero y se dictan otras disposiciones”.
Resolución 1457 de 2010.	“Por el cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se dictan otras disposiciones”
Decreto 2981 de 2013	Reglamenta las actividades principales y complementarias del servicio público de aseo, además, señala la obligatoriedad de los usuarios de realizar la disposición selectiva de residuos sólidos y a los municipios a elaborar y actualizar el Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Resolución 0754 de 2014	Establece la metodología para la elaboración de Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Resolución 0631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1077 de 2015	<p>Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio y reglamenta la prestación del servicio público de aseo el cual se incluye en la Ley 142 de 1994</p> <p>plantea los siete propósitos específicos del aprovechamiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. “Racionalizar el uso y consumo de las materias primas provenientes de los recursos naturales”, 2. “Recuperar valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en los diferentes procesos productivos”, 3. “Disminuir el consumo de energía en los procesos que utilizan materiales reciclados”, 4. “Aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios al reducir la cantidad de residuos a disponer finalmente en forma adecuada”, 5. “Reducir el caudal y la carga contaminante de lixiviados en el relleno sanitario, especialmente cuando se aprovechan residuos orgánicos”,

	<p>6. “Disminuir los impactos ambientales, tanto por demanda y uso de materias primas como por los procesos de disposición final”,</p> <p>7. “Garantizar la participación de los recicladores de oficio, en las actividades de la recuperación y aprovechamiento, con el fin de consolidar productivamente estas actividades y mejorara sus condiciones de vida”.</p>
Decreto 596 de 2016	Se define el aprovechamiento como la actividad “que comprende la recolección de residuos aprovechables, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje por parte de la persona prestadora”.
Resolución 0276 de 2016.	Constituyen el marco operativo de la prestación de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo en Colombia.
Resolución 0472 de 2017	“Por el cual se reglamentó la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones”

Fuente: Elaborado por el autor.

6.3. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL.

6.3.1. Antecedentes de investigaciones sobre simbiosis industrial.

En Colombia no se han llevado a cabo proyectos aplicativos de desarrollo de Parques Industriales Ecoeficientes – PIE en base a criterios de Simbiosis Industrial; sin embargo, si se han desarrollado proyectos donde se estudie la viabilidad de aplicar la metodología de Simbiosis Industrial en algunas zonas industriales.

Cuevas, 2005 desarrollo un trabajo de tipo investigativo donde se estudió la viabilidad para la implementación del modelo de PIE en la localidad de Puente Aranda; su metodología se basó primero en la creación de una base de datos de las industrias del sector y análisis de flujo de materiales en cada una de ellas, posteriormente a partir de la base de datos se desarrolló un modelo de sinergias del PIE visto desde el eje ambiental y la competitividad industrial.

Ortiz & Salamanca, 2015 llevó a cabo un proyecto donde definió las bases metodológicas para la conformación de un PIE con criterios de Simbiosis en el complejo industrial San Jorge del municipio de

Mosquera la metodología desarrollada fue de tipo cualitativo y descriptivo en primer lugar se recolectó información de los casos de éxito a nivel mundial, para el establecimiento de criterios en la conformación de PIE, posteriormente, con la información del análisis de flujo de materiales de cada una de las empresas en estudio se generaron las posibles interacciones entre las empresas escogidas, para el diseño de una red simbiótica, finalmente, se identificaron las alternativas tecnológicas y estrategias administrativas que pueden permitir la conformación del PIE.

6.3.2. Responsabilidad social empresarial.

Se presenta como una alternativa surgida en los años setenta para cumplir dos objetivos básicos: el primero tomar conciencia frente al actual desempeño de las empresas y su papel frente al medio ambiente: su uso y conservación.

Busca analizar el impacto que genera cada una de las actividades económicas de las organizaciones en su entorno, con el propósito de mejorar la calidad de vida y las condiciones de todos los actores con los que la empresa tiene relación (Parra & Muñoz, 2014).

6.3.3. Ecología industrial.

6.3.3.1. Origen de la ecología industrial.

En los años 50 las industrias manejaban los residuos por medio de las medidas denominadas “al final de tubo” (filtros, plantas de tratamiento de aguas residuales, etc.); trayendo inconvenientes debido a que el contaminante no era eliminado sino transferido de un medio a otro, por otro lado, no originan cambios que produzcan mejoras ambientales, tiene costo de implementación, no promueve el ahorro de recursos y es manejado individualmente por cada empresa. Posteriormente, con la aparición del concepto de Producción Más Limpia – PML, implicó la modificación de procesos productivos con el fin de prevenir la generación de residuos; sin embargo, seguía siendo un enfoque aplicado a empresas de forma individual.

Con la aparición del concepto de EI en los años 70 en algunos países de Europa y América, se cambia la concepción debido a que el sistema industrial es visto como ecosistema, donde la actividad industrial no maneja sus aspectos ambientales de forma individual, sino que se relaciona con el entorno y el medio social (Cervantes, 2016)

6.3.3.2. Concepto de ecología industrial.

Área interdisciplinaria cuyo principio de funcionamiento según Pinzón, 2009 es entender los problemas de los sistemas industriales a partir de la observación del funcionamiento de sistemas naturales dentro de sus objetivos principales se encuentra el asimilar en sus procesos productivos los sistemas naturales

transformando los sistemas de producción lineales en sistemas de producción cíclicos (Parra & Muñoz, 2014).

Los beneficios que trae la Ecología Industrial son de tipo económicos, medioambientales y sociales como por ejemplo, el ahorro de recursos, minimización de residuos, la disminución de emisiones y cargas contaminantes, la disminución de costos ambientales, la mejora en puestos de trabajo, la creación de redes, la mejora de la imagen ambiental de las empresas, entidades y municipios y la mayor relación y colaboración dentro del sector industrial y del sector industrial con el medio social y natural (Cervantes, 2016).

Cuando la Ecología Industrial se desarrolla dentro de un grupo de empresas o parque industrial, este se denomina parque eco industrial (PEI); las industrias pertenecientes al PEI cooperan en un área determinada, con los objetivos de la EI y los residuos de algunas industrias se convierten en materias primas o insumos de otras; la diferencia entre PEI a un ecosistema industrial o red eco industrial se define en un área más amplia que puede extenderse a regiones, incluso a países.

El término eco parque no incluye la Simbiosis Industrial como método, ya que la Ecología Industrial aplicada a eco parque puede denominar a un grupo de empresas de reciclamiento que se instalan juntas en una zona pero que no intercambia entre ellas, sino que únicamente reciclan materiales que otras empresas le proporcionan (Cervantes, 2016).

6.3.3.3. Herramientas y métodos de la ecología industrial.

Dentro de la particularidad de EI es que esta no se limita únicamente a aplicar métodos de cierre de ciclo tales como Simbiosis Industrial y Metabolismo Industrial, sino también se sirve de otros métodos que permitan disminuir el impacto ambiental, mejorar la eco eficiencia y aumentar la rentabilidad; dentro de estos métodos se encuentra el Análisis de Ciclo de Vida, PML, el Análisis de Flujo de Materia, el Análisis Económico-Ambiental, la Ecoeficiencia, los indicadores de desarrollo sostenible, las bolsas de residuos o subproductos, la Huella de Carbono y Huella Ecológica, Análisis de Redes Sociales, etc., pero se debe tener en cuenta que lo que relaciona estas metodologías con la EI es que se debe crear una red de industrias, vinculadas con sus residuos y a la vez relacionadas con el entorno social y natural (Cervantes, 2016).

6.3.4. Parque eco-industrial.

Aunque el concepto de Parque Eco-Industrial significa algo diferente para diferentes partes, la Organización de las Naciones Unidas para El Desarrollo Industrial - ONUDI lo define como un complejo de industrias de manufactura y servicios, ubicadas en un área próxima geográficamente; buscando un mejor desempeño ambiental, económico y social a través de la colaboración en la gestión de asuntos ambientales y de recursos.

Los parques eco industriales también han sido denominados de otras formas como por ejemplo, parques industriales sostenibles, zonas de baja emisión de carbono, zonas industriales verdes, etc.

Los parques eco-industriales permiten a las empresas beneficiarse de una mayor colaboración e intercambio dentro de las empresas (entre la administración, el personal técnico y ambiental, las finanzas, etc.), así como entre las empresas, gobierno y proveedores de servicios.

Optimiza el uso de recursos a través de interacciones entre compañías que intercambian residuos y sub-productos, y a través de sistemas de recuperación de recursos integrados (Park & Behera, 2014).

BENEFICIOS ECONÓMICOS. Creación de empleo directo e indirecto, ahorro de costos de eliminación de residuos, reducción del consumo de recursos y energía; y aumento de la competitividad

BENEFICIOS AMBIENTALES. Reducción de los niveles de contaminación a través del uso más eficiente de los recursos (materias primas, agua, energía), la preservación y protección de la biodiversidad y la naturaleza, así como la reducción, reutilización y el reciclaje de residuos.

BENEFICIOS SOCIALES. Creación de puestos de trabajos locales, mejores condiciones laborales, bienestar de la comunidad local y su mayor participación y compromiso, mejora la equidad de género, prevención del crimen y mayor seguridad.

6.3.5. Sinergia industrial.

Según UNIDO, 2017 la sinergia industrial abarca el término de simbiosis industrial, sin embargo, este concepto tiene un enfoque más amplio sobre los tipos de colaboraciones industriales, como por ejemplo, el suministro de sinergias y co-localización de proveedores y clientes, uso compartido de infraestructura de servicios públicos, principalmente en materia de agua y energía, intercambio de servicios y actividades entre empresas (por ejemplo, compartir los contratistas encargados del mantenimiento) y por último el término de simbiosis que es la sinergias por subproductos e intercambios de residuos.

6.3.6. Simbiosis industrial.

Método a través del cual se promueve el desarrollo de sinergias entre industrias involucradas; en efecto estas sinergias se dan cuando el residuo de una industria es usado como materia prima en otra, por otro lado, las sinergias también se ven representadas por el uso o implantación conjunta de un servicio o infraestructura (Cervantes, 2016).

La simbiosis industrial se encuentra contenida dentro del concepto de Ecología Industrial, de tal manera que no existe ecología industrial sin utilizar la simbiosis industrial.

Condiciones de Éxito.

Basadas en las condiciones de éxito de los sistemas naturales, para crear una simbiosis industrial se requiere:

Diversidad: Las empresas ubicadas en la zona deben desarrollar actividades diferentes y complementarias de tal forma que los desechos de unas sean los insumos de otras.

Proximidad: El intercambio no debe ser limitado por el costo del transporte de los residuos-insumos.

Cooperación: se debe desarrollar relaciones basadas en la cooperación, la comunicación y la confianza mutua para organizar la simbiosis (Ortiz & Salamanca, 2015).

6.3.7. Metabolismo industrial.

El metabolismo industrial va dirigido al flujo de materiales y energía en las sociedades modernas basadas en la industria; a su vez, su definición va relacionado metafóricamente a procesos donde al igual que los organismos vivos los cuales ingieren energía y alimentos para mantenerse y permitir su crecimiento y reproducción; la sociedad y la industria convierte materias primas, energía y trabajo en bienes finales de consumo, infraestructura y residuos.

Con el concepto de metabolismo industrial se busca crear un flujo de materiales y energía cíclicos mediante la colaboración conjunta de diversos tipos de empresa, de tal manera que la generación de residuos desaparezca y a su vez se genere un tránsito de materiales con la salida de una industria y la entrada en alguna otra, incrementando la capacidad, trabajo y vida útil de estos materiales (Medina, et al. 2012).

Es el flujo activo y completo de materiales y energía de un sistema industrial. Este es estudiado a través de la aplicación del principio de balance de materiales, dirigido a entender la circulación de los flujos de materiales y energía relacionados a la actividad humana, desde su extracción inicial a su reintegración inevitable, tarde que temprano, dentro de los ciclos biogeoquímicos.

6.3.8. Análisis de flujo de materiales.

Metodología que permite cuantificar, de manera sistemática, los flujos de materiales que entran y salen en el proceso de producción. A través de esta herramienta se aplica un balance de materia y obtener indicadores de uso y consumo de materiales, permitiendo así cuantificar los flujos de materiales que entran y salen de un sistema (Medina, et al. 2012).

6.3.9. Simbiosis industrial en Colombia.

Si bien en Colombia no se han presentado casos de implementación de Simbiosis Industrial, si se han llevado a cabo algunos proyectos relacionados al concepto de la Ecología Industrial como en el tema de Parques Industriales Ecoeficientes (PIE en adelante) y Producción Más Limpia (PML en adelante)

En el caso de desarrollo de Parques Industriales Ecoeficientes (PIE), Colombia ha venido avanzando como respuesta al bajo desempeño ambiental de las industrias, especialmente en micro, pequeña y medianas empresas; la concentración de industrias en zonas residenciales, planes de renovación urbana y por políticas del Plan de Ordenamiento Territorial.

Aunque en el mundo el desarrollo de PIE ha tenido objetivos tales como la ecología industrial y cero emisiones; en Colombia, la característica principal ha sido la reubicación y la aplicación de buenas prácticas ambientales (Monroy & Ramírez)

En el año 2000 en la ciudad de Bogotá se establecieron tres PIE: Puente Aranda, San Benito y Meandro Say gestionados por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA (Cuevas, 2005).

Por el lado de la implementación de prácticas de PML, en el año 1997 se aprueba la Política Nacional de Producción más Limpia por el Consejo Nacional Ambiental y expedido por el Ministerio de Medio Ambiente de la época; es así como durante el periodo de 1997 y 2005 se da gran énfasis a programas e iniciativas orientadas a mejorar los procesos; allí se destacan la creación del Centro Nacional de Producción más Limpia, los programas de excelencia ambiental empresarial de las autoridades ambientales y nuevos espacios institucionales de trabajo como la Mesa Nacional de Curtiembres (Hoor & Herrera, 2007).

Dos destacados programas empresariales previos a la expedición de la Política Nacional de Producción Más Limpia que trabajan por promover estas prácticas entre sus asociados tales como el Proceso de Responsabilidad Integral Colombia (RI) y el Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible (CECODES)

En 2005 se expide la política y la norma de residuos peligrosos donde el tema de prevención de generación de residuos es involucrado como unas estrategias para afrontar los retos derivados en el manejo de los mismos.

Procedente de la norma citada anteriormente, que responsabiliza a los fabricantes del manejo pos consumo de sus productos; se avanza en la introducción de conceptos preventivos en el desarrollo de la normatividad; es así como la primera norma de pos consumo para envases de plaguicidas y otras normas en construcción de baterías y fármacos vencidos y los programas voluntarios de celulares, cartuchos de impresión y otros que se lanzan en 2007 (Hoor & Herrera, 2007).

6.3.10. Simbiosis industrial en el mundo.

Existen diversas representaciones de Simbiosis Industrial que se han implementado de forma exitosa en el mundo, a continuación, en la tabla 2 se enlistan los ejemplos más representativos.

Tabla 2. Ejemplos de implementación de Ecología Industrial en el mundo.

Europa	Asia	América
Kalunborg (Dinamarca)	Bungangan Baru (Indonesia)	By-Product Synergy, Tampico (México)
MESVAL (España, Italia y Grecia)	Naroda (India)	The Bruce Energy Center (Canadá)
Styria (Austria)	Nandeseri IE (India)	Québec (Canadá)
Ora Eco.Park (Noruega)	Thane-Pelapur IE (India)	Devents (EUA)
Jyväskylä (Finlandia)	Calabarzon (Filipinas)	Brownsville (EUA)
Progetto CLOSED (Italia)		

Fuente: Cervantes et al. 2009.

6.3.10.1. Caso Kalunborg, Dinamarca

Entre los ejemplos más representativos se encuentra la Simbiosis Industrial desarrollada en Kalunborg, Dinamarca; ciudad que desde 1960 se convirtió en un centro industrial de gran importancia.

El punto de partida para la conformación del Parque Eco industrial consistió en desarrollar un análisis en el cual se identificaron los cambios específicos que suceden en el sistema por efecto de las industrias.

El parque eco-industrial se asemeja a una cadena alimenticia donde en el primer nivel se encuentra al productor primario que son la planta eléctrica ASNAES y la refinería STATOIL, en el segundo nivel están los consumidores energéticos primarios: la planta de ácido sulfúrico KEMIRA, la industria de paneles de cartón yeso GYPROC y la planta farmacéutica NOVODISK, en el tercer nivel está el consumo energético secundario: la ciudad de Kalundborg, y, al final de la cadena, se encuentra el eslabón de descomponedores: una planta de biomasa, y las granjas acuícolas, porcinas y de cultivo.

Como ejemplo de sinergias desarrolladas en el parque industrial del Kalundborg, se muestra lo siguiente: en el eslabón de productores, la planta eléctrica ASNAES vende vapor a la refinadora STATOIL y a la planta farmacéutica NOVODISK, y el calor obtenido de los generadores se usa para la calefacción de edificios en la ciudad, así como para calentar invernaderos y granjas acuícolas. Además de esto, la refinería STATOIL vende gas combustible y agua de enfriamiento a la planta eléctrica ASNAES, y el azufre que produce se envía a la planta de ácido sulfúrico de KEMIRA; en el segundo eslabón: el de consumidores primarios, la industria de paneles de cartón yeso GYPROC utiliza el sulfato de calcio enviado por la planta eléctrica ASNAES y el gas combustible de la refinería STATOIL para la fabricación de paneles; finalmente, la planta farmacéutica NOVODISK genera un lodo biológico que es usado como fertilizante en las granjas,

y la mezcla de levadura en la producción de insulina se usa como suplemento para cerdos (Pinzón, 2009) (Figura 3).

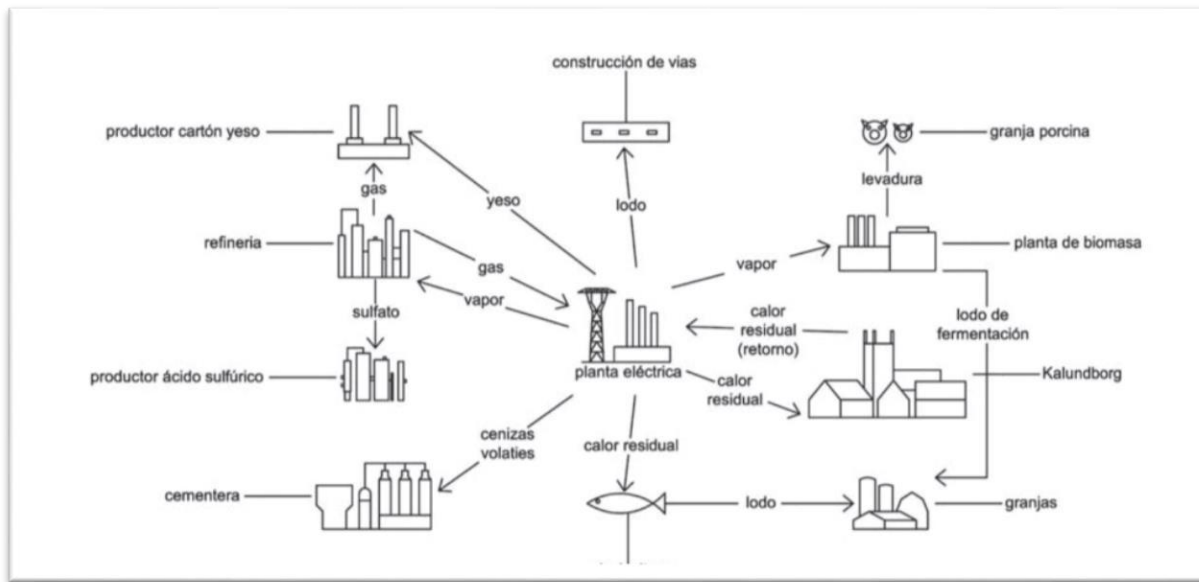


Figura 3. La simbiosis Industrial de Kalundborg en Dinamarca (en 2002). Fuente: Pinzón, 2009.

6.3.10.2. Caso Tampico, México.

En octubre de 1997, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable a través del Consejo Empresarial para el Desarrollo Sustentable – Golfo de México (CEDES – GM), puso en marcha en la ciudad de Tampico, la demostración del proyecto de sinergia de Subproductos que se había implementado en Brownsville Texas.

Se inició con la participación de 21 industrias locales, estableciendo sinergias de tal manera que los residuos de una industria, fueran las entradas o materias primas de otra.

Como resultado se reutilizaron subproductos que anteriormente eran materiales dispuestos como residuos, lo que trajo como resultado que las compañías ahorraran energía, reduciendo el daño ambiental y ganando oportunidades potenciales de comercio (Rodríguez & Sosa, 2008) (Tabla 3).

Tabla 3. Algunas sinergias llevadas a cabo en la zona industrial de la ciudad de Tampico, México.

EMPRESA	SUB-PRODUCTO	DESTINO	SINERGIA
INDELPRO	Polipropileno, PVC	Johns Manville	Producción de membranas impermeables.
INDELPRO	Aluminio	Planta de tratamiento de aguas	Auxiliar en el proceso de coagulación – floculación

GE PLASTICS	ABS	Johns Manville	Producción de membranas impermeables
GE PLASTICS	ABS	Grupo Tampico	Reciclaje de plásticos para botellas
GRUPO PRIMEX	PVC	INS Solución	Suelas de zapatos
GRUPO PRIMEX	Contenedores de sustancias peligrosas	Centro de reciclaje de residuos peligrosos	Reciclaje de residuos peligrosos
POLICYD	PVC	Johns Manville	Producción de membranas impermeables
PECTEN POLIESTERS	Polietileno	Johns Manville	Producción de membranas impermeables
PECTEN POLIESTERS	Contenedores de sustancias peligrosas	Centro de reciclaje de residuos peligrosos	Reciclaje de residuos peligrosos
CRYOINFRA	Nitrógeno	Industrias de Inyección de Plásticos	(Con criogénica recupera las propiedades de los polímeros
CRYOINFRA	Contenedores de sustancias peligrosas	Centro de reciclaje de residuos peligrosos	Reciclaje de residuos peligrosos
PEMEX	CO2	Cryoinfra	Utilización para gases industriales
MINERA AUTLAND	Contenedores de sustancias peligrosas	Centro de reciclaje de residuos peligrosos	Reciclaje de residuos peligrosos.

Fuente: Rodríguez & Sosa, 2008.

6.3.10.3. Caso Martorrell.

El proyecto se desarrolla en la zona industrial “La Torre”, ubicada en el municipio Martorrell, España; este complejo está formado principalmente por PYMES, con grandes necesidades en gestión de residuos, legislación y directrices en gestión medioambiental cooperativa.

El objetivo principal del caso Martorrell es aplicar de manera eficaz los criterios de Simbiosis Industrial y Ecología Industrial; dentro de los objetivos secundarios se propuso identificar mediante análisis de flujo de materiales y energía posibles sinergias dentro y fuera del parque industrial, llevar a cabo reaprovechamiento de residuos, por parte de algunas empresas, para que sean usados como materia prima para otras dentro y fuera del parque, etc. (Gobierno de Buenos Aires, 2007).

6.3.11. Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos.

A continuación, se describe lineamientos de la Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos desarrollada por CONPES, 2016.

6.3.11.1. Definición de la política.

En la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos incita a la transición de un modelo lineal hacia una economía circular por medio del uso de la jerarquía de gestión de residuos, donde se previene la producción de residuos y se optimice el uso de recursos con el fin de que los productos permanezcan la mayor parte del tiempo en el ciclo económico.

Principios por los cuales se guía la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

- Protección a la salud humana y al ambiente.
- Aplicación de la jerarquía de la Gestión Integral de Residuos Sólidos - GIRS. El cual prioriza la prevención y reducción, seguido de la reutilización, el tratamiento con fines de valorización ya sea material o energética y, finalmente, el tratamiento previo para disminuir su cantidad y por último la disposición final.
- Gestión diferencial. Manejo y gestión de residuos por corrientes o flujos de residuos, con el fin de hacer viable su aprovechamiento y tratamiento.
- Educación y cultura en el manejo adecuado de residuos.
- Análisis de Ciclo de Vida (ACV en adelante) del producto. La GIRS se apoyará en método ACV.
- Responsabilidad extendida del productor. Se debe generar desplazamiento de la responsabilidad (física o económica; total o parcialmente) hacia los productos.
- El que contamina paga. Las personas que generen contaminación deben responsabilizarse del costo de las consecuencias de la misma acogiéndose a los instrumentos de control que sancionen aquellas prácticas inadecuadas de gestión de residuos.
- Gradualidad. Implementar acciones gradualmente, bajo una planificación de corto, mediano y largo plazo.
- Inclusión social de los recicladores de oficio a la GIRS.
- Equilibrio financiero y el funcionamiento adecuado en el tiempo de los elementos funcionales de la GIRS.
- Regionalización. Fortalecer desde el punto de vista técnico y tarifario para la creación de infraestructura asociada a estaciones de transferencia, aprovechamiento, plantas de compostaje industrial, instalaciones para la generación de energía a partir de biogás y plantas de manejo y, aprovechamiento de escombros.
- Estrategias diferenciales en la prestación del servicio público de aseo.

6.3.11.2. Plan de acción.

Para que en el año 2030 Colombia tenga una GIRS ambiental y económicamente sostenible y además se implementen estrategias para fomentar sistemas urbanos de aprovechamiento de residuos incluyentes con la población recicladora de oficio, se definen las siguientes acciones.

Promover la economía circular. A través de la adopción de medidas para prevenir la generación de residuos, minimizar la cantidad de residuos que van a los sitios de disposición final y promoviendo actividades de reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos se busca que el país avance hacia un modelo circular en el componente de gestión de residuos, modificando el modelo lineal.

Entre las medidas que se adoptaron y serán adoptadas para la presente acción son:

En el año 2017 el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio reglamenta por medio del decreto 1784 de 2017 la planificación, construcción y operación de rellenos sanitarios en el país y los procesos de tratamiento de residuos sólidos promoviendo el uso de tecnologías complementarias y alternativas a los rellenos sanitarios; además, de exigir sistemas de extracción, captura activa y pasiva para el manejo de gases y su reconocimiento dentro de las tarifas del servicio público de aseo; por otro lado, durante el año 2017 también se reglamentó el incentivo de aprovechamiento, el cual consiste en encarecer el costo de la disposición final, incentivando al usuario a no desperdiciar materia prima valiosa.

Partiendo de lo reglamentado en el decreto 593 de 2016, otra acción es apoyar a los sistemas operativos que serán implementados para lograr una meta de que el 30% de los residuos generados sean aprovechados por personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento.

Otros instrumentos importantes basados en las recomendaciones hechas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OCDE son la implementación de programas de responsabilidad extendida de los productos para residuos de envases y empaques; además del diagnóstico de las instalaciones de gestión de residuos existentes en el país por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible entre el año 2016 y 2018.

Por lo que se refiere a residuos especiales el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial entre el año 2017 y 2021 realizará estudios de identificación y caracterización de este flujo de residuos con miras a reglamentar entre el 2022 y 2030 al menos tres corrientes de residuos especiales, indicando acciones para prevenir su generación, reutilización, aprovechamiento o tratamiento.

Promover la educación y la cultura ciudadana en la gestión integral.

Implementar cultura de la separación en la fuente es una condición necesaria para lograr los objetivos planteados de la Política Nacional de GIRS.

Es así como en el año 2017, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional y la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI en adelante), diseña estrategias para la comunicación de estrategias enfocadas en prevención, reutilización y separación en la fuente las cuales contendrán campañas en diferentes medios de comunicación nacional y regional sobre las acciones que los ciudadanos pueden desarrollar día a día para evitar generación de residuos, y conocer otros usos de los productos.

Generar un entorno institucional propicio para la coordinación entre actores que promueva la eficiencia en la GIRS.

El proyecto de Ley General de Residuos sólidos entre otros instrumentos legales será presentado ante el congreso entre el año 2017 y 2018 el cual será liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en conjunto con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y demás entidades del sector; el principal propósito de esta ley es relacionar instrumentos económicos con convenios institucionales necesarios para fortalecer la gestión de residuos sólidos.

Las principales acciones la Política Nacional de GIRS están a cargo de diferentes entidades definidas a continuación en la tabla 4:

Tabla 4. Entidades gubernamentales encargadas de las diferentes acciones definidas por la Política Nacional de GIRS en Colombia.

ACCIÓN	LIDER
Articular acciones para el fomento del tratamiento biológico (residuos orgánicos)	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.
Articular oferta del Estado hacia recicladores	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
Coordinar medidas necesarias para la generación de energía a partir de residuos no aprovechables.	Ministerio de Minas y Energía.
Proponer medidas para el aprovechamiento de escombros.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Fuente: Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES, 2016.

Por otro lado, los planes de GIRS es la carta de navegación para el manejo de los mismos en los diferentes municipios.

Mejorar el reposte, monitoreo, verificación y divulgación de la información sectorial para el seguimiento de la política pública referente a la GIRS.

A partir del año 2018 el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) creará la cuenta ambiental y económica de residuos sólidos la cual servirá como herramienta de información oficial para el seguimiento y toma de decisiones en la GIRS.

Por otro lado, se implementará el Observatorio Nacional de Reciclaje por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio con el fin de dar facilidad a la toma de decisiones y al monitoreo de los sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos, con base en los instrumentos normativos y regulatorios expedidos por el Gobierno para el desarrollo de los esquemas de aprovechamiento.

Finalmente, otra acción relacionada con la información de residuos sólidos en Colombia es que la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios adelantará actividades para fortalecer el Sistema Único de Información (SUI), como herramienta informática para el reporte de información del servicio público de aseo por parte de las empresas perteneciente a este servicio.

6.3.11.3. Metas de la política de GIRS.

Dentro de las metas de la política de GIRS se identifican tres hitos relevantes:

1. Con un plazo de tres años, la primera meta es el plan de cierre de botaderos y sitio de disposición final inadecuados por parte del Departamento Nacional de Planeación.
2. Con un plazo de 7 años, el 30% de los residuos generados son aprovechados por personas que ejercen el oficio de reciclaje (25% por organizaciones recicladores formalizadas).
3. Con un plazo de 1 años, desarrollar tratamiento de residuos sólidos principalmente para los residuos orgánicos que optimicen la operación de los rellenos sanitarios y la incorporación paulatina de tecnologías complementarias para la valorización de residuos.

6.3.11.4. Seguimiento de la política de GIRS.

Por medio del Plan de Acción y Seguimiento (PAS en adelante), se realizará el seguimiento a la política donde se señalan las entidades responsables de cada acción, los periodos de ejecución de las mismas así como los recursos necesarios y disponibles para llevarlas a cabo.

6.3.12. Financiamiento de la política de GIRS.

Las entidades involucradas en la ejecución de la política, deben gestionar y priorizar recursos para la financiación de las diferentes acciones que proponen, acorde con el Margo de gasto de Mediano Plazo (MGMP)

6.4. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico: título F. sistemas de aseo urbano.

6.4.1. Aprovechamiento.

Según el Decreto 1713 de 2002, el aprovechamiento es el conjunto de actividades que se da en el servicio público domiciliario de aseo con los residuos sólidos que serán sometidos a procesos de reutilización, reciclaje o incineración con fines de generación de energía, compostaje, lombricultura o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos en el marco de la Gestión Integral de los Residuos.

Entre los impactos ambientales positivos que se generan con la maximización del aprovechamiento de los residuos generados son conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, preservar los sitios de disposición final y reducir sus costos, así como a reducir la contaminación ambiental al disminuir la cantidad de residuos que van a los sitios de disposición final o que simplemente son dispuestos en cualquier sitio contaminando el ambiente.

El aprovechamiento y valorización de los diferentes residuos y vertimientos debe de hacerse siempre y cuando sean económicamente viables, técnicamente factibles y ambientalmente convenientes.

Entre otras consideraciones sobre los residuos aprovechables y valorizables se debe tener en cuenta las siguientes:

- a. Son considerados como materia prima secundaria con valor comercial, sujeto a la ley de oferta y demanda del mercado.
- b. El destino es el aprovechamiento, ya sea de forma directa o como resultado de procesos para su valorización agronómica o energética: insumo industrial, insumo para procesos agronómicos o energéticos
- c. La calificación de residuo aprovechable se realiza teniendo en cuenta que existen tecnologías de acondicionamiento y transformación que genere valor agregado y un mercado para los productos obtenidos.

6.4.2. Formas de aprovechamiento y valorización.

Como formas de aprovechamiento se consideran, entre otras, la reutilización, el reciclaje de residuos inorgánicos y los tratamientos para la estabilización de la fracción de residuos sólidos orgánicos biodegradables con fines de valorización agronómica o valorización energética.

6.4.3. Posibilidades de Reutilización y Reciclaje.

El aprovechamiento de los residuos sólidos tiene como principal finalidad la reincorporación al ciclo producto, por lo tanto en el estudio de mercado deben considerarse las posibilidades definidas en la tabla 5.

Tabla 5. Posibilidades de Reutilización y Reciclaje de residuos sólidos no peligrosos.

Residuo	Tipo de Material	Posibilidades de Uso
Aluminio	Latas de aluminio	Reuso en nuevas materias primas luego de fundido y laminado el metal (fábricas de elementos de aluminio)
Papel y cartón	Papel periódico	Nuevas materias primas para elaboración de cartón, papel periódico, papel higiénico, pañuelos de papel, contenedores ondulados, para construcción (cartón de yeso, material suelo de aislamiento, papel saturado fieltro para tejados)
	Cartón ondulado	Lámina o medio para nuevas cajas de cartón
	Papel de informática, facturas en blanco y color, libros, reproducción.	Papel higiénico o de alta calidad
	Papel mezclado	Cartón y productos prensados misceláneos, para construcción (cartón de yeso, material suelo de aislamiento, papel saturado de fieltro para tejados).
Plástico	Polietileno tereftalato PET/1 (botellas de gaseosas y jugo, recipientes para comida)	Almohadas, edredones, pijamas, ropa para clima frío, bases y fibras de moqueta, productos moldeados, tablas aislantes, películas, correas, envases de comida.
	Polietileno de alta densidad PE- HD (botellas de leche y detergentes, bolsas, etc.).	Botellas de detergentes, frascos de aceite de motos, bolsas, tuberías y productos modelados como juguetes y señales de tránsito.
	Policloruro de vinilo PVC (recipientes domésticos y de comida, tuberías).	Recipientes que no son para comida, cortinas de baño, alfombras de plástico, tuberías para riego, materias, juguetería, tuberías de drenaje, molduras, láminas y piezas moldeadas.
	Polietileno de baja densidad PE-LD (envases de película fina y empaques).	Bolsas negras.
	Polipropileno PP (cajas para botellas, maletas, tapas y etiquetas).	Tablas de plástico, muebles de jardín, pilotes, postes, vallas y baterías.
	Polestireno PS (vasos y platos de espuma, artículos moldeados por inyección).	Tablas de espuma aislante de cimentación, accesorios de oficina, bandejas para servir comida,

		aislamiento, juguetes y productos moldeados por inyección.
	Plásticos mezclados y multilaminados (plásticos no seleccionados).	Bancos de jardín, mesas, guardafangos, postes para vallas, vigas, pellets, estacas.
Vidrio	Botellas y recipientes de vidrio.	Fabricación de nuevos insumos de vidrio, materiales de construcción
	Fibra de vidrio (triturado).	Fibra de vidrio
Metales férreos	Latas de acero u hojalata	Estaño, nuevo acero.
	Electrodomésticos, automóviles y chatarra de acero.	Nuevos productos
Metales no férreos	Muebles de jardín, batería, electrodomésticos de cocina, electrodomésticos de cocina, herramientas, escaleras, ferretería, alambre de cobre, fontanería, etc.	Industria.
Residuos de jardín	Residuos de jardín.	Materia orgánica estabilizada. Material de cobertura de rellenos sanitarios.
Materia orgánica estabilizada.	Fracción de residuos sólidos orgánicos biodegradables, papel, cartón, textiles, madera, residuos de jardín.	<p>Para categoría A.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En agricultura, como abonos orgánicos o acondicionadores orgánicos no húmicos de suelos en cultivos hortícolas, frutícolas, forraje, fibras y praderas para pastoreo. • Para remediación de suelos contaminados, lechos biológicos para el tratamiento de emisiones y vertimientos, soporte físico y sustrato biológico en sistemas de filtración, absorción y adsorción. • En la fabricación de encendedores y material aglomerado o comprimido (pellets) para procesos de tratamiento térmico de residuos y en procesos de oxidación térmica o reducción térmica, como combustible alternativo. • Como insumo en la obtención de materiales de construcción. • Los mismos usos que en la categoría B.

		<p>Para categoría B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la estabilización de taludes de proyectos de la red vial nacional, secundario y/o terciaria. • En la rehabilitación y recuperación de suelos degradados de uso no agrícola, áreas destinadas al ornato y la recreación, jardines, parques y zonas verdes. • En la revegetalización de suelos degradados de uso no agrícola. • Como material de cobertura y revegetalización de áreas erosionadas y de minería a cielo abierto. • En plantaciones forestales. • En la fabricación de encendedores y material aglomerado o comprimido (pellets) para procesos de tratamiento térmico de residuos como combustible alternativo. • Los mismos usos que en la categoría C. <p>Para categoría C.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En las coberturas intermedias de cierre de plataformas y cobertura final de residuos sólidos tipo relleno sanitario, para revegetalización y paisajismo. • En la disposición conjunto con residuos sólidos en sistemas tipo relleno sanitario y en sistemas de disposición final exclusivos de biosólidos y/o materiales orgánicos estabilizados.
Construcción y demolición	Asfalto	Capa de base para vías, material nuevo para pavimentar.
	Hormigón, ladrillo.	Nuevo hormigón.
Madera	Rechazos de fábrica, productos de madera	Madera prensada.

Fuente: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Título F, 2012. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

7. METODOLOGÍA.

Para identificar sinergias de subproductos y simbiosis industrial, se recurre a una investigación de tipo descriptiva, donde las unidades de análisis definidas son las empresas manufactureras de la localidad de Pereira y Dosquebradas del departamento de Risaralda que hicieron su Registro Único Ambiental – RUA en el año 2017.

La metodología del proyecto esta condensada en tres fases:

Primera fase. Recopilación de información.

En esta primera fase se recolectará la información de tipo secundaria; la cual fue obtenida por medio de la Corporación Autónoma Regional de Pereira – CARDER a través del Registro Único Manufacturero del año 2017 con el fin de obtener información de las industrias manufactureras presentes en los municipios de estudio; a partir del RUA se identifica los residuos, subproductos, los vertimientos y, la forma en que estos son gestionados por las diferentes industrias.

Segunda fase. Procesamiento de la información.

Se procesa y analiza la información clasificando las industrias participantes a través del Código Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades Económicas, Revisión 4 adaptada para Colombia – CIU Rev. 4 A.C., reportado en el RUA; por otro lado, por medio de gráficos de barras y circulares se identifica la proporción de residuos que son aprovechados, tratados y dispuestos, el tipo de gestor ya sea el propio generador o terceros y, finalmente el tipo de manejo que se realiza con las aguas residuales industriales.

Tercera fase. Diseño de propuesta simbiosis industrial.

Posterior al proceso de la información, se realiza una propuesta de posibles sinergias que conllevan a una simbiosis industrial de aquellos residuos que no son aprovechados.

8. RESULTADOS.

8.2. Caracterización industrial de la zona de estudio.

Dinámica del tejido empresarial en Risaralda.

Para el año 2016, el departamento de Risaralda (sin Santa Rosa de Cabal y Dosquebradas) cuenta con 21136 establecimientos registrados a la Cámara de Comercio de Pereira, creciendo el 13,6% (figura 4) en los últimos dos años, convirtiéndose como un territorio de confianza para la inversión y facilidad de la creación de empresas.

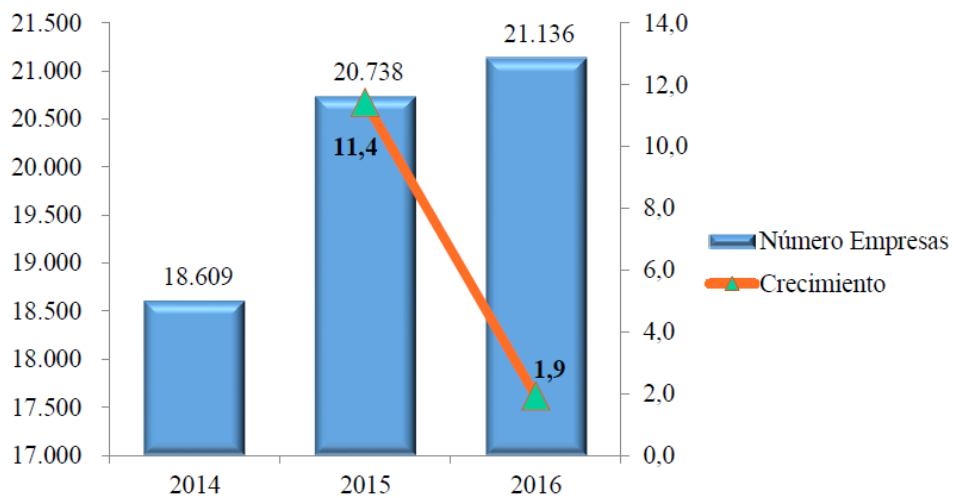


Figura 4. Risaralda: dinámica y evolución del tejido empresarial. Fuente: CCP, 2017.

Observando la estructura empresarial por sectores es predominante las actividades de comercio, restaurante y hoteles en un 60,2%, el sector industrial ocupa el tercer puesto con un 8,4%(figura 5).

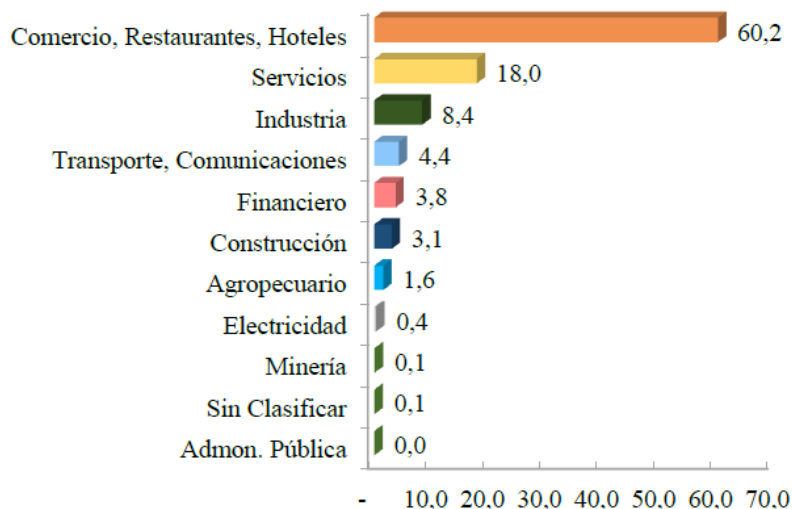


Figura 5. Risaralda: Estructura empresarial por sectores económicos. Fuente: CCP, 2017.

Según la Encuesta Anual Manufacturera, 2012 las industrias que tienen mayor participación son: industrias manufactureras con el 15,6%, papel y cartón con el 14,7%, en prendas de vestir con el 13,8% e ingenios y refinerías de azúcar con el 11,9%. (Figura 6) (Pérez et al. 2014).

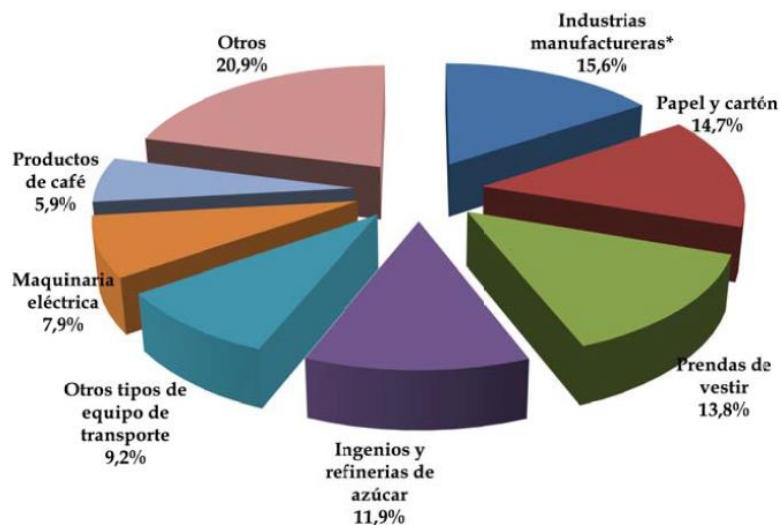


Figura 6. Distribución del valor agregado de la industria en Risaralda, 2012. Fuente: Pérez et al. 2014.

8.2. Caracterización industrial del municipio de Pereira.

Según datos de ProColombia, los sectores que cuentan con mayor inversión en la ciudad de Pereira son: agroindustria (alimentos y bebidas, hortofrutícola, cacao, chocolatería y confitería), manufacturas (sistema de moda, metalmecánico) y servicios (tercerización de BPO y software) (Díaz, 2017).

Pereira y su área de influencia así también el resto del departamento de Risaralda forman parte de los Andes Occidentales, una región que ha sido caracterizada por ser una de las más desarrolladas del país. Además, es caracterizada como una de las principales ciudades del país, no solo por su importancia económica, sino por la dinámica productiva de sectores importantes como el de los servicios, la industria y la agricultura.

Después del sector de servicios, la industria es el sector de mayor importancia en la ciudad de Pereira, de donde se destaca la producción manufacturera, de papel y cartón y prendas de vestir.

8.3. Caracterización industrial del municipio de Dosquebradas.

Al año 2016, Dosquebradas cuenta con un total de 6202 unidades productivas de las cuales el 95,72% son microempresas, el 3,48% son pequeñas empresas, el 0,72% son medianas empresas y el 0,16% son grandes empresas caracterizadas de acuerdo al número de empleados.

Según la figura 7, la mayor parte de las unidades productivas del municipio de Dosquebradas se encuentran en locales, seguidas de viviendas y solo el 0,22% se encuentra instalado en fábricas (Flórez & Gil, 2016).

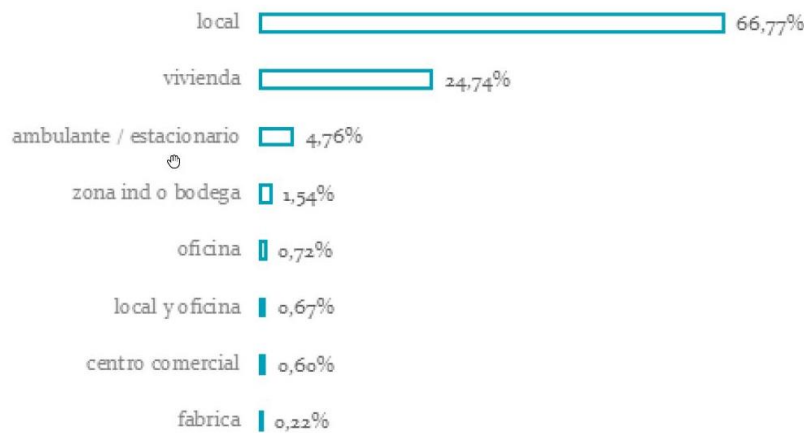


Figura 7. Distribución de unidades productivos de acuerdo a su forma Fuente: Flórez & Gil, 2016.

Según la figura 8, se puede observar que las comunas que más concentran empresas son la 2, 12, 5 10, 11 y 1 iniciando con la comuna 2 que concentra el 14,35% de las empresas, seguido de la comuna 12 que concentra el 12.32% de empresas y por último las comunas 10, 11 y 1 que concentran el 10,03%, 9,72% y 9,72% de empresas respectivamente (Flórez & Gil, 2016).

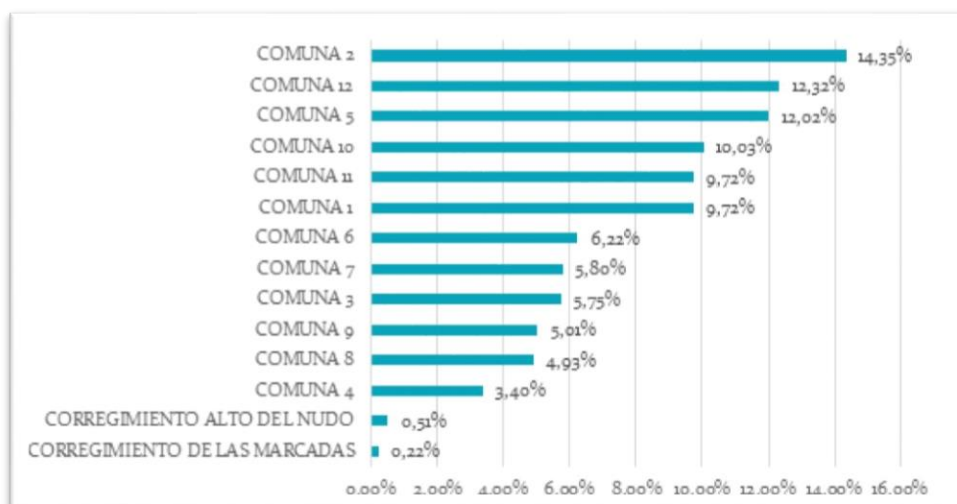


Figura 8. Porcentaje de empresas en las diferentes comunas del municipio de Dosquebradas departamento de Risaralda. Fuente: (Flórez & Gil, 2016).

8.4. Generalidades de la gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Pereira.

Según la tabla 6, en Pereira el servicio público de aseo es prestado por cuatro (4) empresas que cumplen con los requisitos establecidos en el artículo 15 de la Le 142 de 1994.

Tabla 6. Empresas que prestan el servicio público de aseo en la ciudad de Pereira.

EMPRESAS PRESTADORAS SERVICIO PÚBLICO DE ASEO	ZONA ATENDIDA
Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios Aseo plus Pereira E.S.P.	Urbana
Empresa de Servicios Públicos Tribunales Córcega E.S.P.	Rural
ATESA de occidente S.A. E.S.P	Urbana y Rural
Acuaseo Compañía de servicios públicos domiciliarios S.A. E.S.P.	Rural

Fuente: Secretaría de Planeación Municipal de Pereira, 2015 citado por Alcaldía de Pereira – PGIRS, 2015.

Generación de residuos sólidos.

Producción per cápita – PPC de residuos en área urbana.

Según un estudio realizado por la alcaldía de Pereira por medio de la Empresa de Aseo de Pereira en el año 2014 donde se caracteriza los residuos sólidos ordinarios del municipio de Pereira se reporta una PPC de 0,88 Kg/Hab-día.

Sin embargo, tomando en cuenta las cantidades recolectadas en el área urbana por las empresas que prestan el servicio público de aseo, y la población proyectada por el DANE para el año 2015 en la cabecera municipal, se determina una PPC de 1,5 Kg/Hab - día.

De acuerdo al valor de PPC, se establece que el municipio de Pereira se encuentra dentro de un nivel de complejidad alto.

Caracterización de los residuos en la fuente en el área urbana.

A continuación, en la figura 9 y 10 se muestra la composición física de los residuos sólidos en el área de cobertura de la prestación de servicio público de aseo resultante de un estudio llevado a cabo por la Empresa de Aseo de Pereira (2014).

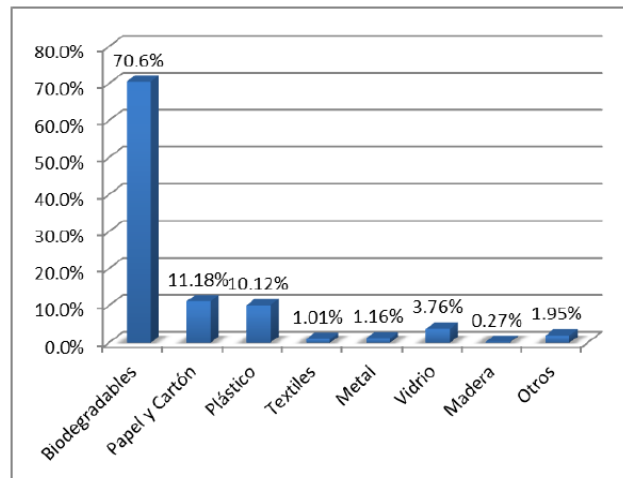


Figura 9. Composición física de los residuos sólidos generados en el área urbana de Pereira por el sector residencial. Fuente: Empresa de Aseo de Pereira, 2014 citado por Alcaldía de Pereira – PGIRS, 2015.

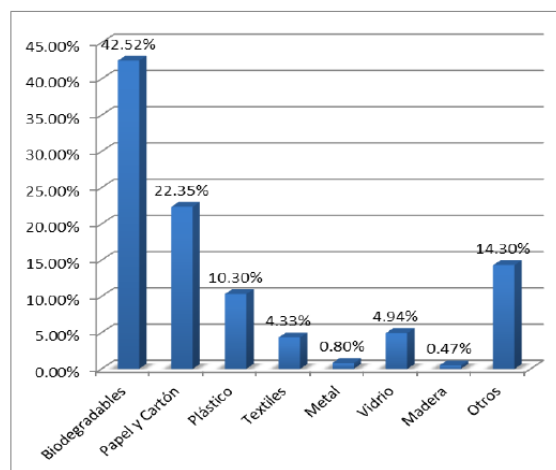


Figura 10. Composición física de los residuos sólidos generados en el área urbana de Pereira por los sectores residencial, oficial, comercial e industrial. Fuente: Empresa de Aseo de Pereira, 2014 citado por Alcaldía de Pereira – PGIRS, 2015.

De las figuras anteriores, se puede observar que en el sector residencial se genera un alto contenido de residuos biodegradables (70,6%), además de un 27% de residuos no biodegradables como papel, cartón, vidrio, plástico y metales con alto potencial de aprovechamiento.

En la caracterización de los residuos generados no solo por el residencial, sino también por el sector oficial, comercial e industrial se aumentan las cantidades de residuos no biodegradables con alto potencial de aprovechamiento a un porcentaje de 43,19% del total de residuos y aún persiste una alta cantidad de residuos biodegradables con un porcentaje de 42,52%.

Caracterización de residuos en el sitio de disposición final.

En un estudio realizado por ATESSA de Occidente S.A E.S.P. en el año 2015 se caracterizaron los residuos que son dispuestos en el relleno sanitario La Glorita de la ciudad de Pereira mostrados en la tabla 7.

Tabla 7. Caracterización de los residuos en el relleno sanitario “La Glorita”.

Tipo de residuos	Total, Kg	%
Biodegradables	4199,8	49
Papel y cartón	584,60	7
Higiénicos	764,10	9
Plástico	1841,01	21
Textiles	587,30	7
Metales	164,60	2
Vidrio	80,70	1
Madera	137,80	2
Otros	48,70	1
Tetrapack/Icopor	51,30	1
Caucho – cuero	144,60	2
Total	8604,51	100

Fuente: ATESSA de Occidente, 2015 citado por Alcaldía de Pereira – PGIRS, 2015.

Del 100% de los residuos que son dispuestos en el relleno sanitario “La Glorita” el 90% tienen un alto potencial de aprovechamiento, surgiendo la necesidad de realizar prácticas de separación en la fuente en las diferentes localidades y sectores de los cuales se hace la recolección de los residuos sólidos.

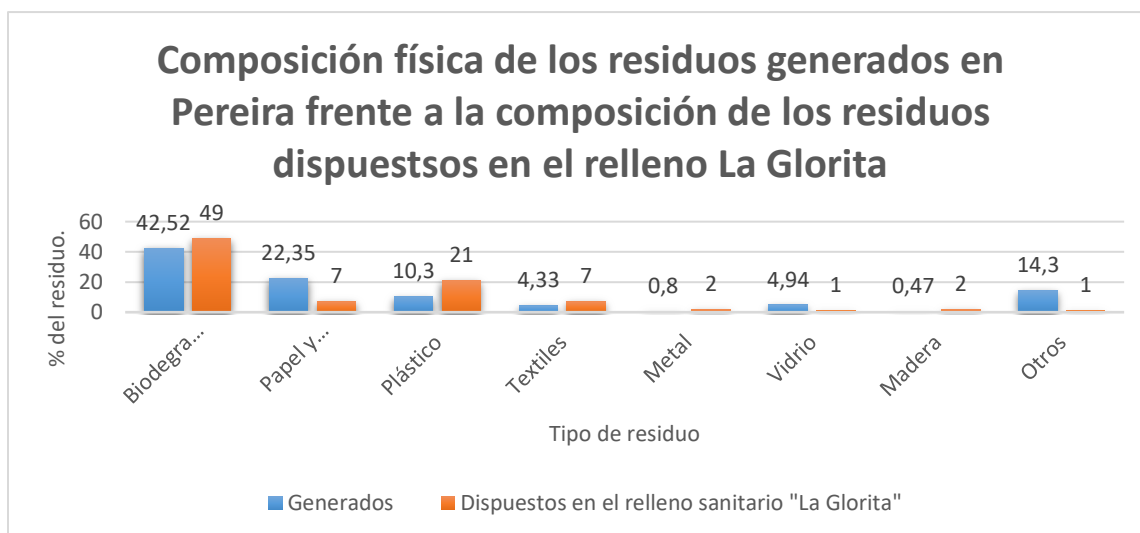


Figura 11. Composición física e los residuos generados en Pereira frente a la composición de los residuos dispuestos en el relleno sanitario “La Glorita”. Fuente: Empresa de Aseo, 2013 y ATESA DE OCCIDENTE, 2015 citado por Alcaldía de Pereira – PGIRS, 2015.

En la figura 11, se compara el % de residuos generados frente a los que son dispuestos en el relleno sanitario La Glorita, este muestra que en los residuos biodegradables se dispone más de lo que realmente se genera, este mismo comportamiento se observa en la mayoría de los demás residuos no biodegradables con alto potencial de aprovechamiento como el plástico, textiles y madera exceptuando el papel y cartón y, el vidrio en donde predomina el porcentaje de los generados con respecto a los dispuestos en el relleno, es decir, que posiblemente el porcentaje restante de los generados sean aprovechados.

Usuarios del servicio público de aseo por tipo y estrato, en área urbana.

A continuación, en la tabla 8 se muestran los diferentes tipos de usuario por tipo y estrato del área urbana del municipio de Pereira.

Tabla 8. Usuarios del servicio público de aseo por tipo y estrato, en el área urbana del municipio de Pereira.

Clase-uso /suscriptores urbanos	ATESA	ASEO PLUS	TOTAL SUSCRIPTORES	PARTICIPACIÓN (%).
Gran productor comercial	110	5	115	0,08
Gran productor industrial	32		32	0,02
Gran productor industrial No Barr-Comer	1		1	0,00
Gran productor oficial	58	10	68	0,05
Mediano productor comercial	1299		1299	0,94
Mediano productor industrial	106		106	0,08

Mediano productor oficial	153		153	0,11
Multiusuario comercial	3381		3381	2,43
Multiusuario industrial	8		8	0,01
Multiusuario oficial	38		38	0,03
Multiusuario Residencial – Estrato 1	3		3	0,00
Multiusuario Residencial – Estrato 2	160		160	0,12
Multiusuario Residencial – Estrato 3	566		566	0,41
Multiusuario Residencial – Estrato 4	5296		5296	3,81
Multiusuario Residencial – Estrato 5	6993		6993	5,03
Multiusuario Residencial – Estrato 6	5063		5063	3,64
Pequeño productor comercial	7940	232	8,172	0,01
Pequeño productor industrial	312	0	312	0,22
Pequeño productor multiusuario comercial	1		1	0,00
Pequeño productor oficial	304		304	0,22
Residencial – estrato 1	18096	868	18964	13,65
Residencial – estrato 2	34678	469	35147	25,30
Residencial – estrato 3	23897	2216	26113	18,80
Residencial – estrato 4	14665	1071	15736	11,33
Residencial – estrato 5	5928	1183	7111	5,12
Residencial – estrato 6	2722	1053	3775	2,72
TOTAL	131810	7107	138917	100,00

Fuente: ATESA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., 2015 y Aseo Plus S.A E.S.P, 2015 citado por Alcaldía de Pereira – PGIRS, 2015.

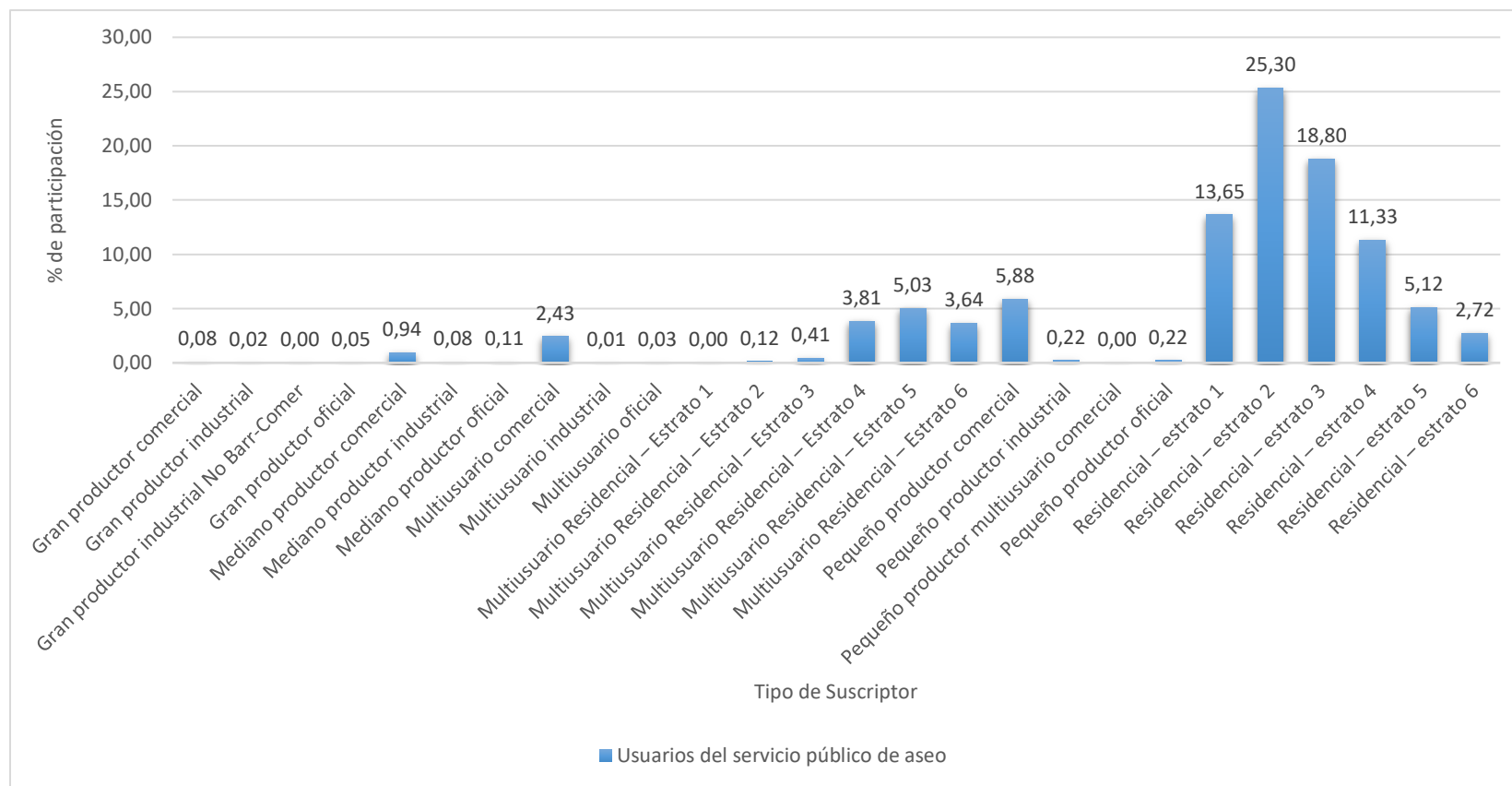


Figura 12. Usuarios del servicio público de aseo por tipo y estrato, en el área urbana del municipio de Pereira. Fuente: Elaborado por el autor a partir de ATESA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., 2015 y Aseo Plus S.A E.S.P, 2015.

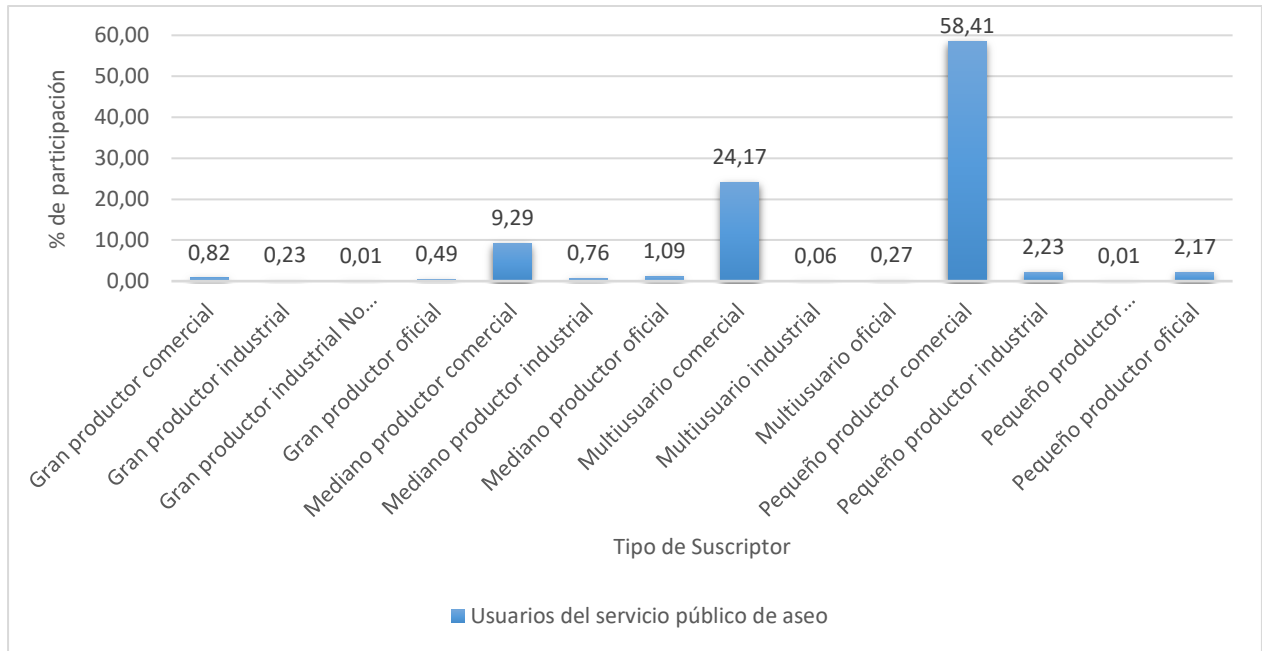


Figura 13. Usuarios del servicio público de aseo del sector comercial, industrial y oficial, en el área urbana del municipio de Pereira. Fuente: Elaborado por el autor a partir de ATESA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., 2015 y Aseo Plus S.A E.S.P, 2015.

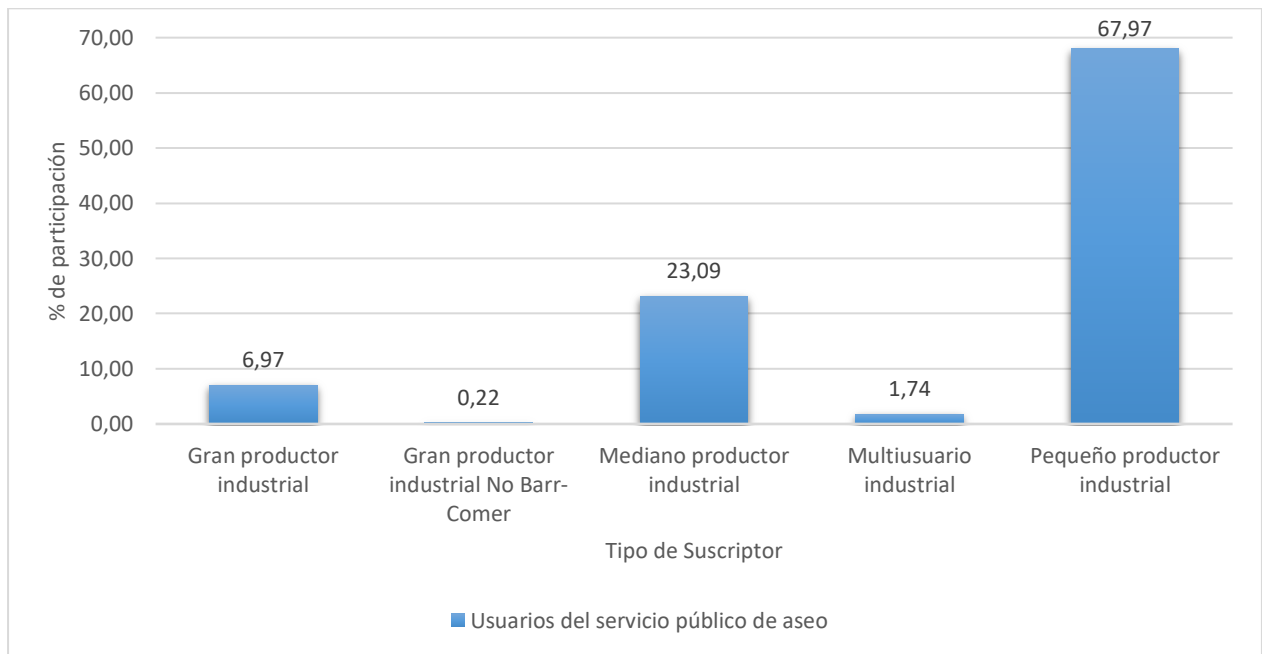


Figura 14. Usuarios del servicio público de aseo del sector industrial, en el área urbana del municipio de Pereira. Fuente: Elaborado por el autor a partir de ATESA DE OCCIDENTE S.A. E.S.P., 2015 y Aseo Plus S.A E.S.P, 2015.

Analizando los tipos de usuarios del servicio público de aseo se puede observar de la figura 12, que el mayor porcentaje de usuarios lo ocupa el sector residencial y multiusuario residencial con un porcentaje del 89,93% del total de los usuarios; posteriormente, en la figura 13 se involucra todos los sectores exceptuando el residencial, donde se resalta que el mayor porcentaje lo ocupa el tipo comercial principalmente el pequeño productor comercial con 58,41% del total de usuarios.

Finalmente, en la figura 14 se puede observar solo la distribución de los usuarios de tipo industrial donde se resalta el pequeño y mediano productor industrial con un 67,97% y 23,09%, respectivamente.

Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados en plazas de mercado (pm) en el último año.

No se reporta aprovechamiento. En la central minorista Impala se generan 4,8 ton/día de residuos sólidos que son llevados al relleno sanitario La Glorita; el 93% son residuos biodegradables y 0,33 ton/día representan otro tipo de residuos, de los cuales 0,12 ton/día (cartón) son aprovechadas por el personal de servicios generales.

8.5. Informe nacional de aprovechamiento año 2016.

Según el Informe Nacional de Aprovechamiento, 2016 la ciudad de Pereira, Risaralda cuenta con 1(uno) Estación de Clasificación y Aprovechamiento – ECA con 40 toneladas de capacidad de almacenamiento de residuos aprovechables.

Aprovechamiento en el departamento de Risaralda.

De acuerdo al Informe Nacional de Aprovechamiento, 2017 el departamento de Risaralda aprovecha 90 Toneladas durante el año 2016 (figura 15).

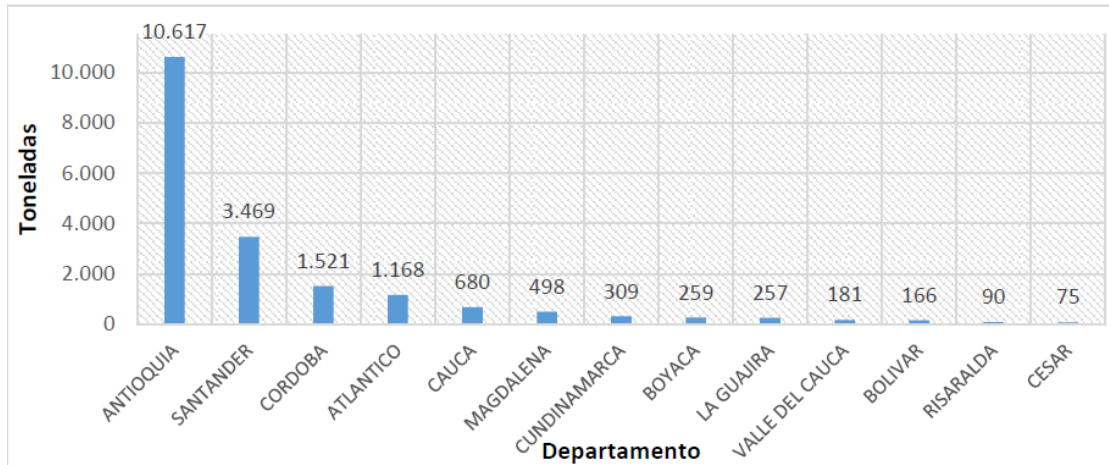


Figura 15. Toneladas Aprovechadas por departamento. Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2017.

A nivel nacional los materiales que se aprovechan son los siguientes:

- Metales: Incluye el aluminio, chatarra, cobre, bronce, antimonio, acero, entre otros. Posterior a un procedimiento riguroso en el cual se le remueven las impurezas a los residuos, estos materiales son reincorporados al sistema.
- Papel y Cartón: Incluye materiales como archivo, cartón, cubeta o paneles, periódico, plegadiza, tetra pack, plastificado, kraf, entre otros papeles y cartones; la reutilización del papel y cartón es la técnica más sencilla ya que no requieren procedimientos de tecnología sofisticada.
- Plástico; se incluye plásticos de tipo acrílico, pasta, PET, PVC, plástico blanco, polietileno, soplado, polipropileno y otros plásticos; la recuperación y aprovechamiento de estos se realiza mediante procedimientos tales como: la separación, la limpieza, el paletizado, el cual consiste en la fundición del plástico para generar pellets y se comercializa como materia prima.
- Vidrio: el vidrio de cualquier color es reciclado mediante los siguientes procedimientos: retiro del grueso de plástico que contienen los envases, lavado del vidrio, molienda hasta la granulometría necesaria, se pasa por un recipiente especial con imanes donde se quedan los vestigios de mal y finalmente, se funde el vidrio en un horno junto con materia virgen para obtener como resultado nuevos envases de vidrio.
- Textiles: son reutilizados después de haber sido clasificadas por su calidad y color, para posteriormente ser procesado y producir fibras e hilos que se utilizan para hacer traperos, colchonetas, entre otros productos.
- Maderables: Unos de los procesos de mayor economía es la reutilización de madera el cual consiste en la segregación de materiales metálicos que puedan estar incrustados; luego, ésta es

triturada para obtener un productos uniforme para construir tableros aglomerados, adicionalmente se utiliza para la fabricación de compost y para la generación de energía.

En la figura 16, se observa los porcentajes de aprovechamiento de los diferentes materiales provenientes del servicio público de aseo pudiéndose observar que el de mayor aprovechamiento son el papel y cartón y, los metales y los de menor aprovechamiento son los textiles.

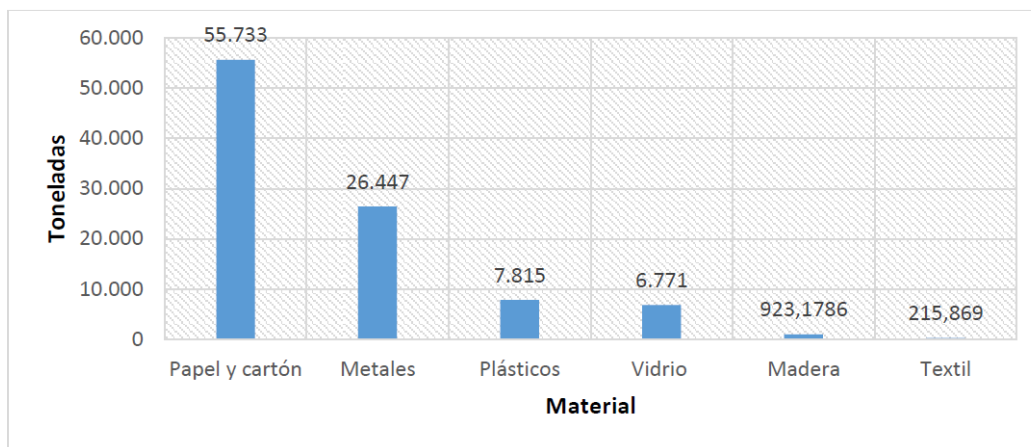


Figura 16. Porcentajes de aprovechamiento de los diferentes materiales provenientes del servicio público de aseo. Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2017.

Con respecto a la ciudad de Pereira, el Informe Nacional de Aprovechamiento del año 2016 muestra que del poco porcentaje de material que es aprovechado en la ciudad los más aprovechados son el papel y cartón y los textiles.

Índice de aprovechamiento.

El índice de aprovechamiento permite conocer el porcentaje de residuos producidos que dejan de ser dispuestos en un sitio de disposición final. Éstos son reutilizados y de esta forma reincorporados en la cadena productiva, creando así una economía circular.

Específicamente en la ciudad de Pereira de las 144090 Toneladas de residuos sólidos generados se aprovecha 90 con un índice de aprovechamiento de 0,1 siendo uno de los índices de aprovechamiento más bajos del país y solo estando por encima de Soacha que tiene un índice de aprovechamiento de 0,05.

8.6. DIAGNÓSTICO.

8.6.1. Descripción de industrias en estudio.

El presente estudio está basado en las industrias manufactureras de los municipios Pereira y Dosquebradas del departamento de Risaralda, ya que es un actor determinante en el uso, deterioro y demanda de los diferentes recursos naturales y por otro lado, es un pilar de la economía y una de las principales fuentes de empleo e ingresos en el departamento (Guerrero et al, 2013).

La clasificación de las actividades económicas involucradas en el presente estudio se realizó de acuerdo a la Revisión 4 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades Económicas adaptada para Colombia por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE – CIU REV. 4 A.C en la sección D, específicamente aquellas industrias que deben reportar el Registro Único Ambiental – RUA manufacturero que de acuerdo a la resolución 1023 de 2010 requieren de licencia ambiental, plan de manejo ambiental, permisos, concesiones, y demás autorizaciones ambientales, así como aquellas actividades que requieran registros de carácter ambiental; en el documento mencionado se define la industria manufacturera como aquella donde se lleva a cabo la “transformación física y/o química de materiales y componentes en productos nuevos”. El producto de un proceso manufacturero puede ser un producto acabado (listo para uso o consumo), o semiacabado (insumo para otra industria manufacturera).

Las diferentes actividades económicas que se tuvieron en cuenta están listadas a continuación (tabla 9):

Tabla 9. Actividades económicas que realizaron su reporte en el RUA manufacturero de los municipios Pereira y Dosquebradas jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER.

DIVISIÓN	GRUPO	CLASE	DESCRIPCIÓN DE INDUSTRIA
10 Elaboración de productos alimenticios.	101 Procesamiento y conservación de carne, pescado, crustáceos y moluscos.	1011	Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos.
	104 Elaboración de productos lácteos.	1040	Elaboración de productos lácteos.
	105 Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados del almidón	1051	Elaboración de productos de molinería
	109 Elaboración de alimentos preparados para animales	1090	Elaboración de alimentos preparados para animales

11	Elaboración de bebidas	110	Elaboración de bebidas	1101	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas.
				1104	Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas.
13	Fabricación de productos textiles	131	Preparación, hilatura, tejeduría y acabado de productos textiles.	1311	Preparación e hilatura de fibras textiles.
				1312	Tejeduría de productos textiles.
				1313	Acabado de productos textiles.
14	Confección de prendas de vestir	141	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel	1410	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel
17	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón.	170	Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón.	1709	Fabricación de otros productos de papel y cartón.
18	Actividades de impresión y de producción de copias a partir de grabaciones originales	181	Actividades de impresión y actividades de servicios relacionados con la impresión	1811	Actividades de impresión.
22	Fabricación de producto de caucho y de plástico.	222	Fabricación de productos de plástico.	2221	Fabricación de formas básicas de plástico.
				2229	Fabricación de artículos de plástico n.c.p.
23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	239	Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.	2392	Fabricación de materiales de arcilla para la construcción
				2395	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso.
25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo.	251	Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor.	2511	Fabricación de productos metálicos para uso estructural.
				2512	Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal, excepto los utilizados para el envase o transporte de mercancías.

		259	Fabricación de otros productos elaborados de metal y actividades relacionadas con el trabajo de metales.	2599	Fabricación de otros productos elaborados de metal n.c.p.
27	Fabricación de aparatos y equipos eléctricos.	271	Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos y de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica	2711	Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos.
		275	Fabricación de aparatos de uso doméstico	2750	Fabricación de aparatos de uso doméstico
28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	281	Fabricación de maquinaria y equipo de uso general	2819	Fabricación de otros tipos de maquinaria y equipo de uso general n.c.p.
29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	292	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques	2920	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques
		293	Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores	2930	Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores
30	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	309	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte n.c.p.	3091	Fabricación de motocicletas.
31	Fabricación de muebles, colchones y somieres	311	Fabricación de muebles	3110	Fabricación de muebles
32	Otras industrias manufactureras	329	Otras industrias manufactureras n.c.p.	3290	Otras industrias manufactureras n.c.p.

Fuente: Elaborado por el autor a partir del CIIU Rev. 4. A.C. del DANE.

8.6.2. Gestión de residuos sólidos no peligrosos por la industria manufacturera de los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017.

A continuación, a partir de la tabla 10 se realiza un análisis gráfico de los residuos no peligrosos producidos por las industrias manufactureras en el año 2017.

Tabla 10. Análisis de residuos no peligrosos producidos por las industrias manufactureras en el año 2017.

Código de residuo	Descripción de residuo	Cantidad total producida por periodo de balance, Kg	% producido	% Aprovechado	% tratado	% dispuesto	Suma (aprovechado + tratado + dispuesto)
10000	Orgánicos de origen vegetal y animal	3291415	4,99%	41,82%	0,00%	58,18%	100,00%
20100	Textiles	471478	0,72%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
20200	Vidrio con excepción del vidrio d los tubos rayos catódicos y otros vidrios activados	168675,4	0,26%	99,93%	0,00%	0,07%	100,00%
20308	Escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición, y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación	2110535	3,20%	85,97%	0,00%	14,03%	100,00%
20500	Papel y cartón	2088706,55	3,17%	99,63%	0,00%	0,37%	100,00%
20600	Caucho	4850	0,01%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
20700	Plástico	328325,27	0,50%	99,61%	0,00%	0,39%	100,00%
20800	Madera	604379	0,92%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
20900	Escorias y cenizas que no contengan metales, excluidas las de la listas RESPEL	135720	0,21%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
29900	No metálicos no clasificados previamente, excluidos los de la lista RESPEL	49145	0,07%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
30100	Metálicos en forma dispersable (p. ej. polvos, virutas, escamas, excepto las cenizas), excluidos los de la lista RESPEL	802741	1,22%	99,39%	0,00%	0,61%	100,00%
30600	Metálicos en forma masiva o no dispersable, incluso los montajes d generación eléctrica (... y chatarra...), excluidos los d la lista RESPEL	2703341,1	4,10%	76,78%	0,00%	23,22%	100,00%
39900	Demás residuos o desechos metálicos o que contengan metales, excluidos los metales de forma masiva y los de la lista RESPEL	48524	0,07%	99,99%	0,00%	0,01%	100,00%

60300	Demás residuos o desechos provenientes o que estén constituidos principalmente de sustancias orgánicas, excluidos los de la lista RESPEL	103602	0,16%	79,16%	0,00%	20,84%	100,00%
70100	Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias, alcantarillado y canales, excluidos los de la lista RESPEL	2128,3	0,0032%	19,73%	80,27%	0,00%	100,00%
70300	Lodos de tratamiento de aguas residuales industriales, excluidos los de la lista RESPEL	46915547,1	71,16%	82,69%	0,00%	17,31%	100,00%
99900	Demás residuos o desechos no clasificados previamente, excluidos los de la lista RESPEL	6101065,5	9,25%	0,31%	0,00%	99,69%	100,00%
Total		65930178,22	100%				

Fuente: Elaborado por el autor a partir del RUA manufacturero de los municipios Dosquebradas y Pereira del año 2017.

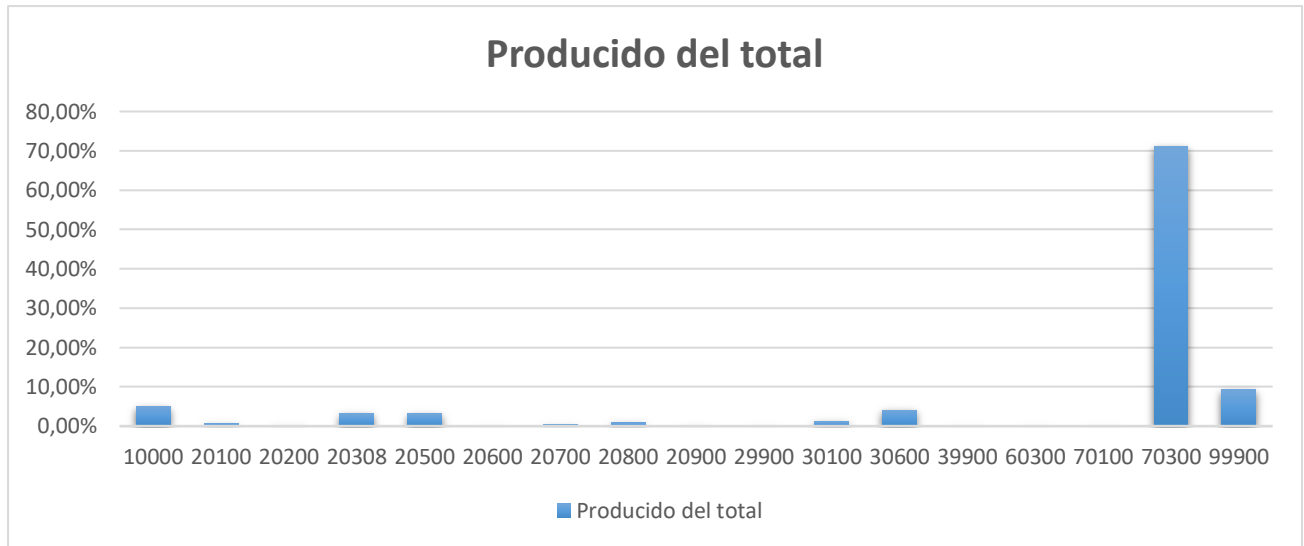


Figura 17. Residuos no peligrosos producidos por la industria manufacturera de los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017. Fuente: Autor.

De acuerdo a la figura 17, se puede observar que los residuos no peligrosos que se producen en mayor cantidad son los lodos de tratamiento de aguas residuales industriales, excluidos los de la lista RESPEL que se producen en un 71,2% con respecto al total, los demás residuos no peligrosos se producen en cantidades que van desde 0,0032% que corresponde a los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias, alcantarillado y canales, excluidos los de la lista RESPEL hasta 9,25% que corresponde a demás residuos o desechos no clasificados previamente, excluidos los de la lista RESPEL.

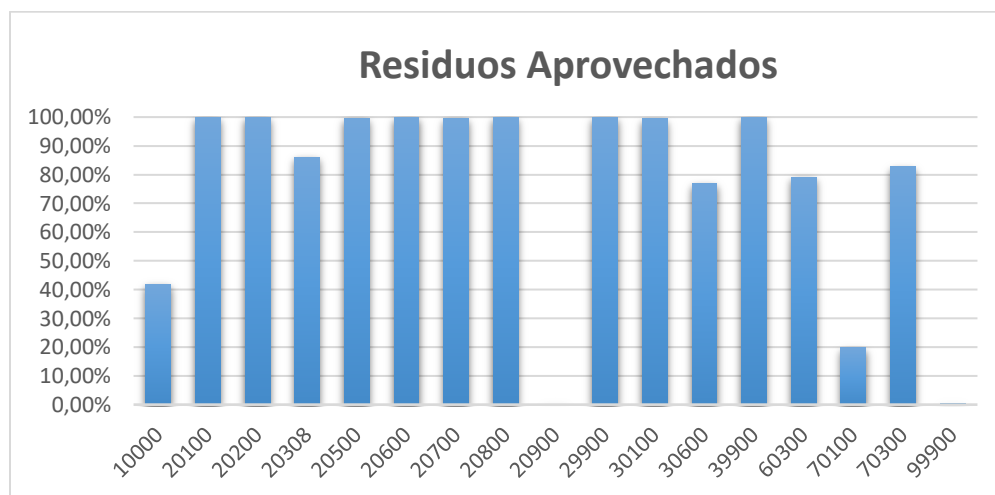


Figura 18. Gráfico de barras donde muestra los porcentajes de los diferentes residuos no peligrosos aprovechados por las industrias manufactureras de los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017. Fuente: Autor.

En la figura 18, se muestran los residuos no peligrosos aprovechados por las industrias en estudio donde se puede observar que en su mayoría son aprovechados en un 100%, exceptuando los residuos orgánicos de origen vegetal y animal los cuales son aprovechados solo en un 41,8%, los residuos de escorias y cenizas que no contengan metales, excluidas las de la listas RESPEL que tienen un porcentaje de aprovechamiento del 0%, los residuos metálicos en forma masiva o no dispersable, incluso los montajes de generación eléctrica (... y chatarra...), excluidos los de la lista RESPEL son aprovechados en un 76,8%, los demás residuos o desechos provenientes o que estén constituidos principalmente de sustancias orgánicas, excluidos los de la lista RESPEL son aprovechados en un 79,2%, los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias, alcantarillado y canales, excluidos los de la lista RESPEL son aprovechados en un 19,73%, los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias, alcantarillado y canales, excluidos los de la lista RESPEL son aprovechados en un 82,7% y finalmente, los demás residuos o desechos no clasificados previamente, excluidos los de la lista RESPEL son aprovechados solo en un 0,31%.

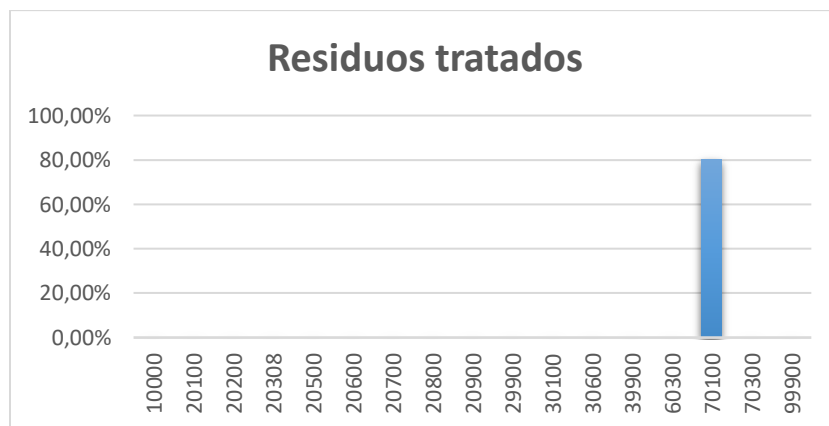


Figura 19. Gráfico de barras de los residuos no peligrosos tratados.

Como se aprecia en la figura 19, los únicos residuos no peligrosos que son tratados son los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias, alcantarillado y canales, excluidos los de la lista RESPEL los cuales son tratados por métodos como el térmico y compostaje, aunque el segundo método de tratamiento es con fines de aprovechamiento de los lodos como compost.



Figura 20. Gráfico de barras de los porcentajes de residuos no peligrosos dispuestos por las industrias manufactureras de los municipios de Pereira y Dosquebradas en el año 2017. Fuente: Autor.

En la figura 20, se puede observar los porcentajes de residuos no peligrosos que no son ni aprovechados, ni tratados si no que se les realiza la disposición final como alternativa de manejo; los residuos no peligrosos que tienen altos porcentajes de disposición son en primer lugar las Escorias y cenizas que no contengan metales, excluidas las de la listas RESPEL con un 100% de disposición; seguido de los demás residuos o desechos no clasificados previamente, excluidos los de la lista RESPEL con un porcentaje de 99,7% de disposición, posteriormente se encuentran los residuos orgánicos de origen vegetal y animal con un 58,2% de disposición y así sucesivamente y en menor medida los demás residuos no peligrosos que tienen porcentajes de disposición que van desde el 0% hasta el 23,2%.

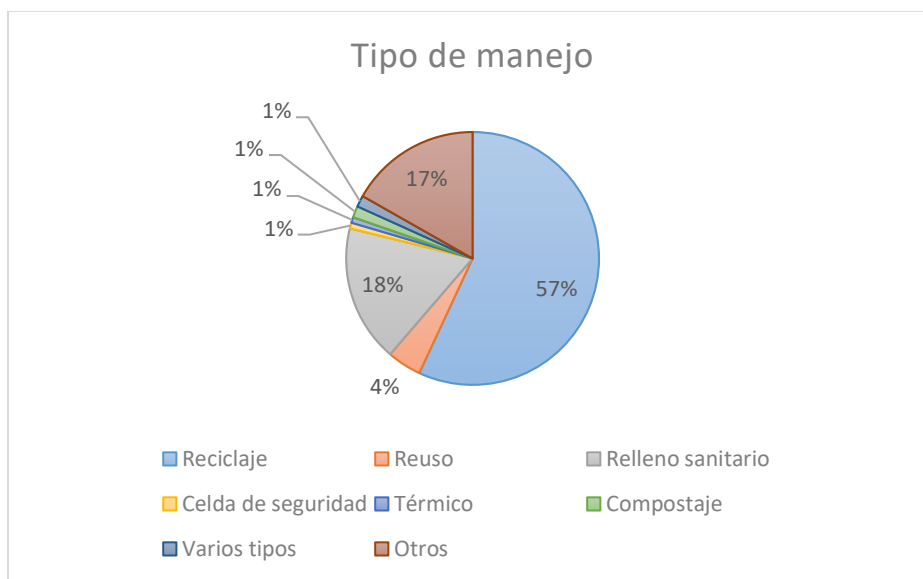


Figura 21. Gráfico circular donde se muestra los diferentes tipos de manejo que se les da a los residuos no peligrosos producidos por las industrias manufactureras de los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017. Fuente: Autor.

Según la figura 21, se puede observar que el tipo de manejo que predomina es el reciclaje seguido de la disposición final a través de la tecnología de relleno sanitario, después otros tipos de manejos los cuales no fueron especificados, y finalmente el reuso, compostaje, celda de seguridad y varios tipos de manejo.

El panorama que muestra la figura 18 y la figura 19, son positivos en cuanto al seguimiento de la *jerarquía en la gestión de residuos* en el manejo integral de residuos por predominar el reciclaje antes que la disposición final a través de la técnica de relleno sanitario el cual conlleva a seguir con la economía lineal caso contrario al reciclaje que conlleva a seguir con una economía circular.



Figura 22. Gráfico circular que muestra la distribución del tipo de persona que maneja los residuos no peligrosos en la industria manufacturera en los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017. Fuente: Autor.

En la figura 22, se puede observar que predomina el manejo de los residuos no peligrosos por terceros, es decir, su reciclaje, tratamiento y disposición final es realizada por personas ajenas a la industria que produce dichos residuos.

De lo anterior, se puede decir que los residuos aunque en su mayoría son reciclados esto es llevado a cabo por personas externas a las industrias; quizás por entidades legalmente organizadas como recicladoras que reciben los residuos de estas industrias con una previa clasificación; sin embargo, no existe una cultura de aprovechamiento interno que permita reutilizar estos residuos o establecer sinergias para el aprovechamiento por otras industrias. El fin principal de las industrias es hacer que sus residuos sean gestionados, y como de acuerdo a la figura 22 la mayoría son gestionados por terceros, quizás es la forma económicamente más viable y legalmente aceptable.

Entre las condiciones de simbiosis industrias que las industrias de Pereira y Dosquebradas cumplen son la proximidad y la diversidad de productos que se manufactura ya que existe variedad de residuos no peligrosos que se producen. Sin embargo, otros factores como cooperación entre las industrias; por otro lado, existe poco avance en cuanto producción más limpia dentro de cada u

Por el lado de la industria siempre ha existido la preocupación de los costos que implica el cumplimiento de los nuevos requerimientos ambientales y la preocupación por el cambio frecuente de las reglas.

El manejo de los residuos deben seguir la jerarquía de gestión de residuos, este se basa que para conseguir un mejor resultado en términos ambientales se debe seguir el siguiente orden: prevención, preparación para reutilización, reciclado, otro tipo de valorización (incluida la valorización energética) y por último la eliminación. Por lo tanto, antes de implementar programas como el reciclaje o simbiosis industrial es prioridad evitar su generación a través de tecnologías de producción más limpia, posteriormente, una vez no haya sido posible la prevención de la producción de los residuos se opta por la reutilización, y el reciclado, ya aquellos residuos que no hayan sido posible ser reciclados se opta por la valorización que es donde entra a jugar un papel la simbiosis industrial donde se evita la eliminación de los residuos para ser usados como materia prima o insumo en procesos de producción de otras industrias evitando la extracción de recursos del ambiente o la eliminación de residuos al ambiente como cuerpos de agua o suelo.

También se puede decir que las industrias de Pereira y Dosquebraadas cumple condiciones de simbiosis industrial como la proximidad de las industrias, la diversidad del tipo de industrias también se cumple ya que se cuenta con producción de diversos tipos de residuos no peligrosos pero la cooperación entre estas industrias es muy poca; las industrias de Pereira y Dosquebradas aún están muy en pañales para iniciar un proyecto de simbiosis industrial ya que Un sistema de simbiosis industrial es un sistema basado en la interdependencia, la alteración o el fallo de alguno de los componentes, independientemente de que se deba a razones comerciales o de otra índole, podría desencadenar una crisis en todos los que dependieran de él.

8.6.3. Manejo de aguas residuales.

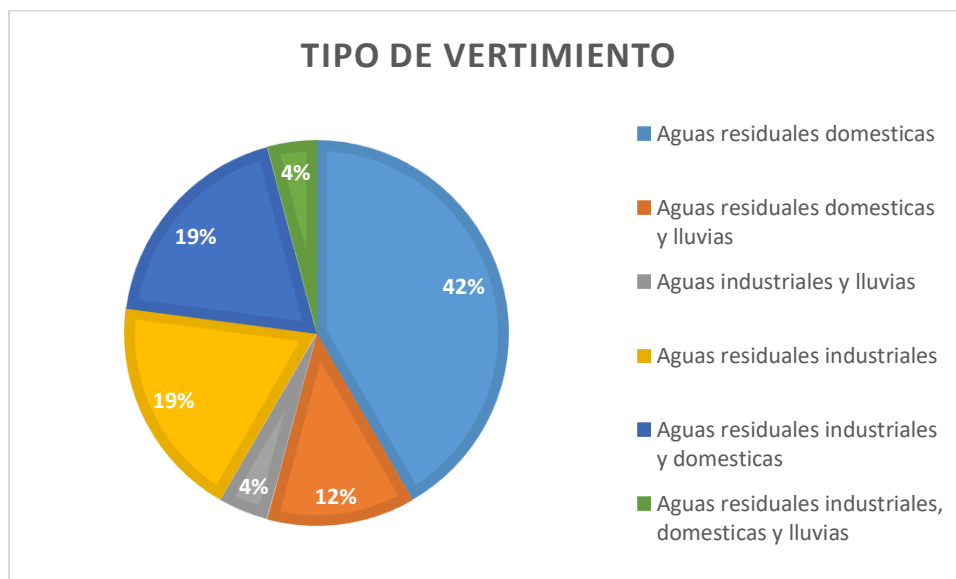


Figura 23. Distribución de tipo de vertimientos que realizan las industrias manufactureras de los municipios Pereira y Dosquebradas en el depto. De Risaralda en el año 2017. Fuente: Autor.

De acuerdo a la figura 23, se puede observar que el tipo de vertimiento que predomina en las industrias manufactureras de los municipios de Pereira y Dosquebradas son las aguas residuales tipo doméstico, seguido de las aguas residuales industriales combinada con domésticas, luego predominan las aguas domésticas y lluvias y, finalmente las aguas residuales industriales, domésticas y lluvias combinadas.

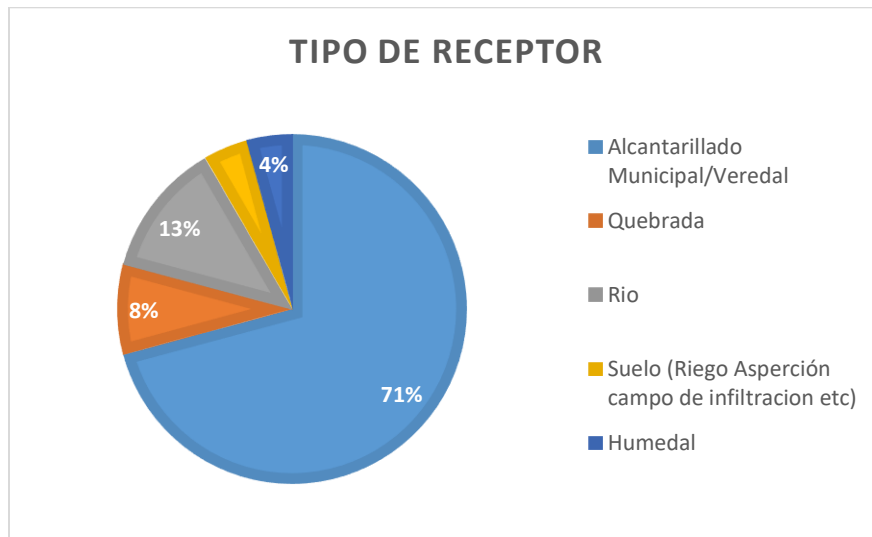


Figura 24. Proporciones de tipo de receptor sobre los cuales son vertidas las aguas residuales de las industrias manufactureras de los municipios Pereira y Dosquebradas del año 2017. Fuente: Autor.

Según la figura 24, se puede observar que predomina con un 71% el receptor de alcantarillado municipal/veredal, seguido de los cuerpos de agua como el río con un porcentaje de 13%, luego la quebrada con un porcentaje del 8% y finalmente el humedal y el suelo con un porcentaje en ambos del 4%.

El manejo de las diferentes aguas residuales industriales se encuentra condicionada por la legislación vigente con respecto a vertimientos industriales, en primera instancia existe el decreto 3930 de 2010 donde se reglamenta los “usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones”, a partir de este decreto se puede dar una explicación del hecho de que un gran porcentaje de las industrias manufactureras viertan las aguas residuales al alcantarillado municipal, y es que en el artículo 41, parágrafo 1 se exceptúan del permiso de vertimiento a los usuarios y/o suscriptores que estén conectados a un sistema de alcantarillado público evitando los pasos que requiere tramitar determinada industria para obtener dicho permiso, además en el artículo 43, exige a los generadores de vertimientos una evaluación ambiental del vertimiento cuando este es hecho en cuerpos de agua o al suelo y por último en el artículo 44 se exige un

Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos cuando este es realizado en cuerpos de agua o al suelo; el hecho de que el 71% de las industrias manufactureras viertan sus aguas residuales al alcantarillado es la disminución de los costes comparado con las exigencias demás que lleva verter las aguas residuales a cuerpos de agua; sin embargo, las industrias que vierten las aguas industriales al alcantarillado municipal y/o al cuerpo de agua están obligados a cumplir la norma de vertimiento vigente que en este caso es la resolución 615 de 2015.

Esta resolución exige límites en parámetros tales como pH, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales, Sedimentables y Grasas y Aceites, en los demás compuestos solo puede un análisis y reporte; lo anterior, nos confirma que la legislación ambiental Colombiana y las políticas hacen que se promueva la práctica denominada al final del tubo.

Dadas los límites máximos permisibles en la resolución 615 de 2015 puede afirmarse que no hay una reducción importante de patógenos en la depuración primaria o secundaria que las empresas muestran que llevan a cabo y sigue manteniéndose una importante cantidad de contaminantes químicos, que en algunos casos pueden generar riesgos.

En consecuencia, para la reutilización es imprescindible proceder a una gestión del riesgo.

De la figura 24, se puede deducir que no existe ninguna práctica de reutilización de aguas residuales tratadas para ser usadas en algunos procesos de las industrias manufactureras en estudio.

En cuanto a los tratamientos aplicados a los vertimientos se puede observar que solo el 31,25 % de las industrias manufactureras en estudio le hacen algún tipo de tratamiento a los efluentes.

A continuación, en la figura 25 se puede observar que de los que si le hacen algún tipo de tratamiento a sus efluentes domésticos e industriales usan en mayor proporción el tratamiento tipo primario, seguido del pretratamiento, posteriormente el secundario y, finalmente otro tipo de tratamiento; en ninguna de las industrias se observa un tratamiento terciario.



Figura 25. Porcentaje de los tipos de tratamientos realizados a los efluentes industriales del sector manufacturero de los municipios Pereira y Dosquebradas en el año 2017. Fuente: Autor.

El hecho de que las industrias solo apliquen tipos de depuración como el pretratamiento, y los tratamiento primarios y secundarios tiene que ver con los parámetros que exigen la resolución 615 de 2015 disminuir, como ya se menciona anteriormente estos parámetros son pH, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales, Sedimentables y Grasas y Aceites; donde los sólidos suspendidos totales y sedimentables, las grasas y aceites y, una parte de la DQO y DBO se disminuye con el pre tratamiento y el tratamiento primario por medio del cribado, sedimentación primaria y la flotación, ya en caso de que la DQO y la DBO no cumplan con estos procedimientos la legislación de vertimientos se realiza el tratamiento secundario para disminuir la DQO y la DBO a los límites permisibles.

Lo anterior, confirma que el objetivo de las industrias por motivos económicos no va más allá, del cumplimiento de la normatividad vigente antes que pensar en el bien de los recursos naturales a los cuales se realiza el vertimiento.

8.6.4. Propuesta de simbiosis industrial a partir de los residuos sólido no aprovechados en la industria manufacturera.

A continuación, en la tabla 11 se enlistas los residuos sólidos no peligrosos que normalmente no son aprovechados de acuerdo a la figura 18.

Tabla 11. Lista de residuos sólidos no peligrosos que tienen un porcentaje de no aprovechamiento por las industrias manufactureras.

Código del residuo sólido no peligroso	Nombre del residuo sólidos no peligroso
10000	Orgánicos de origen vegetal y animal
20308	Escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición, y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
20900	Escorias y cenizas que no contengan metales, excluidos de la lista de RESPEL.
30600	Metálicos en forma masiva o no dispersable, incluso montajes de generación eléctrica (... y chatarra...O) excluidos de la lista de RESPEL.
60300	Demás residuos o desechos provenientes o que estén constituidos principalmente de sustancias orgánicas, excluidos los de la lista RESPEL
70100	Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias, alcantarillado y canales, excluidos los de la lista RESPEL
70300	Lodos de tratamiento de aguas residuales industriales, excluidos los de la lista RESPEL
99900	Demás residuos o desechos no clasificados previamente, excluidos los de la lista RESPEL

Fuente: Autor.

Usos o aprovechamiento de los residuos sólidos no peligrosos que no son aprovechados por el generador o terceros en las industrias manufactureras que reportaron RUA en el año 2017.

Posibles usos de los residuos orgánicos de origen vegetal y animal

Los residuos orgánicos poseen un alto potencial de aprovechamiento y se usan en diversas actividades tales como: compostaje, lombricultivo, biocombustibles, biofertilizantes (Jaramillo & Zapata, 2008).

Los residuos de origen vegetal y animal además de ser insumos para el compostaje y vermicompostaje también se usan para la generación de energía a través de biodigestores o material para producir energía a través de su quema (Chávez & Rodríguez, 2016).

Los residuos de origen vegetal también pueden ser usados como mejoradores del suelo en los rellenos sanitarios.

A continuación, en la tabla 12 se menciona los posibles usos de los residuos orgánicos de origen vegetal y animal que son aprovechados por las industrias manufactureras.

Tabla 12. Códigos de industrias según CIU Rev. 4. Adaptado para Colombia que pueden usar los residuos orgánicos de origen vegetal y animal dentro de sus procesos.

Origen de residuo		Destino de residuo		
Clase	Descripción de industria	Clase y descripción	Sinergia	
1011	Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos.	3821 Tratamiento y disposición de desechos no peligrosos.	La operación de rellenos sanitarios para la disposición de desechos no peligrosos. El tratamiento de desechos orgánicos para su disposición. La producción de compost con desechos orgánicos.	
1051	Elaboración de productos de molinería			
1090	Elaboración de alimentos preparados para animales			
1312	Tejeduría de productos textiles.		3900 Actividades de saneamiento ambiental y otros servicios de gestión de desechos.	La descontaminación de suelos y aguas subterráneas en el lugar de la contaminación, ya sea in situ o ex situ, usando métodos biológicos, químicos o mecánicos.
1811	Actividades de impresión.			
2229	Fabricación de artículos de plástico n.c.p.			
2395	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso.			
3091	Fabricación de motocicletas.			
3110	Fabricación de muebles			

Fuente: Autor.

Posibles usos de los residuos sólidos tales como escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición, y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

Los Residuos de Construcción y Demolición (denominados RCD), también llamados residuos internos, son conocidos habitualmente como escombros.

A través del reciclaje de los RCD se obtienen nuevos áridos que pueden ser reutilizados y comercializados como materiales constructivos completos. Con mínimas transformaciones se puede obtener: hormigón, rellenos de canteras, ladrillos, grava para jardines, bases y sub – bases de pavimentos para carreteras, etc. (Brazo, 2010).

La capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación pueden ser usados como material de relleno y embellecimiento en celdas de relleno sanitario cerradas.

A continuación, en la tabla 13 se enlistan las industrias que según la información anterior pueden usar este tipo de residuos dentro de sus procesos.

Tabla 13. Códigos de industrias según CIU Rev. 4. Adaptado para Colombia que pueden usar los residuos de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados de construcción, de demolición, y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación dentro de sus procesos.

Origen de residuo		Destino de residuo	
Clase	Descripción de industria	Clase y descripción	Sinergia
1051	Elaboración de productos de molinería	2029 Fabricación de otros productos químicos n.c.p. 2394 Fabricación de cemento, cal y yeso. 2395 Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso. 2399 Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p.	La fabricación de aditivos para cementos. La fabricación de Clinker y cementos hidráulicos, incluidos cemento Portland, cemento aluminoso, cemento de escorias y cemento hipersulfatado. La fabricación de materiales y artículos prefabricados de hormigón, cemento, yeso o piedra artificial utilizados en la construcción como losetas, losas, baldosas, ladrillos, planchas, láminas, tableros, tubos, postes, etc.
2395	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso.	3821 Tratamiento y disposición de desechos no peligrosos. 3830 Recuperación de materiales. 3900 Actividades de saneamiento ambiental y otros servicios de gestión de desechos.	La fabricación de componentes estructurales prefabricados de cemento, hormigón o piedra artificial para obras de construcción o de ingeniería civil. La fabricación de otros artículos de hormigón, cemento y yeso tales como estatuas, muebles, bajorrelieves y altorrelieves, jarrones, macetas, etc. La fabricación de artículos de asfalto o de materiales similares como, por ejemplo, losas, losetas, ladrillos, adhesivos a base de asfalto, brea de alquitrán de hulla, etc.

Fuente: Elaborado por el autor.

Posibles usos de escorias y cenizas que no contengan metales, excluidos de la lista de RESPEL.

De acuerdo a investigaciones como la de Gonzales, 2015 se comprueba mediante las pruebas de caracterización, según la norma NTC – 176, y la norma NTC – 77 que la ceniza de fondo de caldera presenta características adecuadas para ser adicionada al concreto como un agregado de bajo peso.

Por otro lado, la escoria tiene muchos usos comerciales; como por ejemplo, su preparación para separar algún otro metal que contengan. Los restos de esta recuperación se usan como agregados para el ferrocarril y como fertilizante. Se ha usado como metal para pavimentación y como una forma barata y duradera de fortalecer las paredes inclinadas de los rompeolas.

A menudo la escoria es usada de forma granulada en alto horno en combinación con el mortero de cemento Portland como parte de una mezcla de cemento, reduciendo el contenido de este último (Carvajal, 2012).

Finalmente, Salazar (2003) determino posibles aplicaciones para la escoria como: materiales para pavimentos flexibles o sumergidos, pavimentos de hormigón, áreas de estacionamiento, balasto ferroviario, obras de drenaje, canalizaciones, entre otras, en síntesis gracias a sus propiedades fisicoquímicas, es posible utilizarlas en obras civiles de primer nivel.

A continuación, en la tabla 14 se enlistan las industrias que según la información anterior pueden usar este tipo de residuos dentro de sus procesos.

Tabla 14. Códigos de industrias según CIU Rev. 4. Adaptado para Colombia que pueden usar los residuos de escorias y cenizas que no contengan metales, excluidos de la lista de RESPEL dentro de sus procesos.

Origen de residuo		Destino de residuo	
Clase	Descripción de industria	Clase y descripción	Sinergia
1090	Elaboración de alimentos preparados para animales	2012 Fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados. 2394 Fabricación de cemento, cal y yeso. 4210 Construcción de carreteras y vías de ferrocarril. 4220 Construcción de proyectos de servicio público.	La producción de abonos puros mezclados o compuestos: nitrogenados, fosfáticos y potásicos, elaborados mediante mezcla de minerales, sales y productos químicos inorgánicos como los fosfatos (triamónico, de hierro, de magnesio). La fabricación de aditivos para cementos. La fabricación de Clinker y cementos hidráulicos, incluidos cemento Portland, cemento aluminoso, cemento de

		4290 Construcción de obras de ingeniería civil.	escorias y cemento hipersulfatado. Obras de construcción en general mencionadas en la división 42.
--	--	---	--

Fuente: Elaborado por el autor.

Posibles usos de residuos metálicos en forma masiva o no dispersable, incluso montajes de generación eléctrica (... y chatarra...O) excluidos de la lista de RESPEL.

El costo de los metales que se obtienen a partir de la chatarra es menor que el de los que se obtienen a partir de las materias primas originales; una ventaja del reciclaje de los metales es que pueden ser reciclados indefinidamente, recobrando sus propiedades iniciales.

Por ejemplo, el cobre, el plomo y el acero pueden reciclarse muchas veces, con una pequeña disminución de la calidad.

La razón por la que las tasas de reciclaje no son aún mayores en los metales es por el crecimiento económico y la duración de los productos metálicos son factores limitantes.

El reciclaje de metal ferroso constituye una importante actividad, es económicamente ventajoso reciclar el hierro y el acero por fusión y colado, en forma de semiacabados usados en la manufactura de nuevos productos de acero.

En el caso del aluminio, la diferencia entre la chatarra nueva y la chatarra vieja es más patente, debido a la alta reactividad del metal y la imposibilidad práctica de una refinación a partir de fuentes contaminadas.

En el caso del cobre, el metal reciclado puro puede ser refundido y combinado con cobre primario.

En el caso de Plomo la mayor fuente de reciclaje de su chatarra la constituyen las baterías de automóviles (Power, 2012).

A continuación, en la tabla 15 se enlistan las industrias que según la información anterior pueden usar este tipo de residuos dentro de sus procesos.

Tabla 15. Códigos de industrias según CIU Rev. 4. Adaptado para Colombia que pueden usar los residuos de residuos metálicos en forma masiva o no dispersable, incluso montajes de generación eléctrica (... y chatarra...O) excluidos de la lista de RESPEL dentro de sus procesos.

Origen de residuo		Destino de residuo	
Clase	Descripción de industria	Clase y descripción	Sinergia
1011	Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos.	2410 Industrias básicas de hierro y acero.	Las operaciones de conversión por reducción del mineral de hierro en altos hornos y convertidores de oxígeno; o de escoria o chatarra ferrosa en hornos eléctricos. La producción de ferroaleaciones. La refundición de lingotes de chatarra de hierro o acero. La fabricación de productos de hierro, acero y acero de aleación, laminados, estirados, trefilados, extrudidos, entre otros procesos de manufactura. La producción de metales comunes no ferrosos (aluminio, plomo, cinc, estaño, cromo, manganeso, níquel, entre otros) utilizando mineral en bruto, mineral en mata, otras materias primas intermedias entre el mineral en bruto y el metal (por ejemplo, alúmina), o desechos de chatarra de este tipo de metales. La fabricación de productos de metales comunes no ferrosos mediante laminado, trefilado, estirado o extrusión, tales como: hojas, planchas, tiras, barras, varillas, perfiles, alambres, tubos, tuberías y accesorios para tubos o tuberías.
1051	Elaboración de productos de molinería	2429 Industrias básicas de otros metales no ferrosos. 2431 Fundición de hierro y de acero.	
1090	Elaboración de alimentos preparados para animales	2432 Fundición de metales no ferrosos.	
1311	Preparación e hilatura de fibras textiles.	División 25 Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo.	
1312	Tejeduría de productos textiles.	División 29 Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques.	
1410	Confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel		
1709	Fabricación de otros productos de papel y cartón.		
2221	Fabricación de formas básicas de plástico.		
2229	Fabricación de artículos de plástico n.c.p.		
2711	Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos.		
2920	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques		
2930	Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores		
3091	Fabricación de motocicletas.		
3110	Fabricación de muebles		

3290	Otras industrias manufactureras n.c.p.	<p>La producción de aleaciones comunes.</p> <p>La fabricación e semiproductos de metales comunes.</p> <p>Las actividades de talleres de fundición de hierro y acero, tales como: modelación, moldeado, fundición y colada, limpieza y acabados, tratamiento térmico del hierro o acero, entre otras actividades.</p> <p>Las actividades de talleres de función de metales no ferrosos, tales como: modelación, moldeado, fundición y colada, limpieza y acabados, tratamiento térmico del metal, entre otras actividades.</p> <p>División 25 Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo.</p> <p>División 29 Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques.</p>
------	--	--

Fuente: Elaborado por el autor.

Posibles usos de para lodos provenientes de tratamiento de aguas residuales domiciliarias e industriales, excluidos de la lista de RESPEL.

Debido al alto contenido de materia orgánica de los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias e industriales, poseen macro y micronutrientes y han pasado por un proceso de estabilización (mediante digestión que reduce la patogenicidad, capacidad de atracción de vectores y poder de fermentación), pueden ser usados como abono en la industria ornamental, forestal, en campos deportivos así como en la recuperación de suelos, ya que mejoran las características físicas, químicas y biológicas de los mismos (Vásquez & Vargas, 2018).

A continuación, en la tabla 16 se enlistan las industrias que según la información anterior pueden usar este tipo de residuos dentro de sus procesos.

Tabla 16. Códigos de industrias según CIU Rev. 4. Adaptado para Colombia que pueden usar los residuos de lodos provenientes de tratamiento de aguas residuales domiciliarias e industriales, excluidos de la lista de RESPEL dentro de sus procesos.

Origen de residuo		Destino de residuo	
Clase	Descripción de industria	Clase y descripción	Sinergia
1011	Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos.	0161 Actividades de apoyo a la agricultura. 3900 Actividades de saneamiento ambiental y otros servicios de gestión de desechos. 3821 Tratamiento y disposición de desechos no peligrosos (la producción de compost con desechos orgánicos).	Acondicionamiento de terrenos. El mantenimiento de tierras para usos agrícolas. La descontaminación de suelos y aguas subterráneas en el lugar de la contaminación, ya sea in situ o ex situ, usando métodos biológicos, químicos o mecánicos. Producción de compost con desechos orgánicos.
1090	Elaboración de alimentos preparados para animales		
1311	Preparación e hilatura de fibras textiles		
1709	Fabricación de otros productos de papel y cartón.		
2711	Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos.		

Fuente: Elaborado por el autor.

8. CONCLUSIONES.

- Los residuos aunque en su mayoría son reciclados esto es llevado a cabo por personas externas a las industrias; quizás por entidades legalmente organizadas como recicladoras que reciben los residuos de estas industrias con una previa clasificación; sin embargo, no existe una cultura de aprovechamiento interno que permita reutilizar estos residuos o establecer sinergias para el aprovechamiento por otras industrias.
- El 71% de las industrias manufactureras que hicieron su Registro Único Ambiental manufacturero en el año 2017, vierten las aguas residuales al alcantarillado público, esto tiene que ver con las exigencias que la normatividad legal vigente en materia ambiental hace respecto a este tema, y es que el hecho de que las industrias viertan sus aguas residuales a cuerpos de agua o suelos exige el trámite de un permiso de vertimientos, evaluación ambiental del vertimiento y un plan de gestión del vertimiento reglamentados por el artículo 41, 43 y 44 respectivamente del decreto 3930 del 2010, aumentando los costes comparados con los que tendrían cuando vierten las aguas residuales en el alcantarillado público, en este caso solo se rigen a la resolución 615 de 2015 donde establecen los límites máximos permisibles para los vertimientos dependiendo de la actividad económica.
- Dadas los límites máximos permisibles en la resolución 615 de 2015 puede afirmarse que no hay una reducción importante de patógenos en la depuración primaria o secundaria que las empresas muestran que llevan a cabo y sigue manteniéndose una importante cantidad de contaminantes químicos, que en algunos casos pueden generar riesgos.
En consecuencia, para la reutilización es imprescindible proceder a una gestión del riesgo.
- Las aguas residuales industriales son tratadas principalmente a través de tratamientos de tipo primario y secundario para ser vertidas principalmente a cuerpos de agua y alcantarillado público regidas por medio de la resolución 615 de 2015, la cual establece los límites máximos permisibles que algunos contaminantes deben tener.
Esta práctica anterior, es preferida por las industrias antes que reutilizar las aguas residuales industriales debido a que es más económicamente viable; sin embargo, es importante tener en cuenta el compromiso de Colombia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS, y el ODS 6 se centra en asegurar un adecuado y sostenible acceso al agua, y uno de los objetivos es reducir la proporción de aguas residuales sin tratamiento y aumentar el reciclado y reutilización de agua sin tratar.

- Es necesario voluntad industrial, pero por otro lado, también es necesaria la voluntad política y poner el foco público en este ámbito con el fin de financiar proyectos de gestión de aguas residuales para soportar el desarrollo de nuestra sociedad.

La reutilización de aguas residuales industriales para su uso en procesos industriales puede implicar altos costos de tratamiento dependiendo de la calidad de agua que se necesite comparada con los bajos costos que involucra el tratar el agua residual para ser vertida en el alcantarillado municipal o cuerpo de agua, por lo tanto, una opción sería reutilizar el agua para otras actividades como riego de zonas verdes, limpieza de espacios, procesos industriales donde la calidad del agua no sea tan exigente.

9. BIBLIOGRAFÍA.

- Alcaldía de Pereira. (2015). Actualización del Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS 2015 – 2027. Colombia.
- Alcaldía de Pereira. (2016). Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019. “Pereira Capital del Eje Cafetero. Recuperado de:
<http://www.pereira.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Plan%20de%20Desarrollo%202016-2019.pdf>
- Betancur, J. (2013). *Gestión ambiental del Parque Metropolitano Los Lagos de La Pradera* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Bravo, F. (2010). Reciclado y reutilizo de Residuos de Construcción y Demolición una herramienta para el desarrollo económico local. Recuperado de:
<http://www.ideassonline.org/public/pdf/RCDDocumentEsp.pdf>
- Cámara de Comercio de Dosquebradas –CAMADO. (2014). Resumen ejecutivo. Caracterización tejido empresarial Dosquebradas. Recuperado de:
<http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/1985>
- Cámara de Comercio de Pereira. (2018). Estudio económico vigencia 2017. Presentado ante la Superintendencia de Industria y Comercio. Recuperado de:
https://s3.pagegear.co/3/contents/2018/leydetransparencia/estudio_economico_2017.pdf
- Cámara de Comercio de Pereira – CCP. (2017). Evaluación de la economía de Risaralda y Pereira año 2016. Colombia. Recuperado de:
https://s3.pagegear.co/3/contents/2018/leydetransparencia/estudio_economico_2016.pdf
- Cervantes, G., Sosa, R., Rodríguez, G. & Robles, F. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Ingeniería*, 13(1), 63-70.
- Cervantes, G. (2016). Ecología Industrial: innovación y desarrollo sostenible en sistemas industriales. *Sostenibilidad Tecnología y Humanismo*. Recuperado de:
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5760/370987.pdf?sequence=1>
- Chávez, A. & Rodríguez, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Revista Academia & Virtualidad*, 9(2); pp 90 -107.

- Contraloría Municipal de Dosquebradas. (2016). Informe sobre la situación de los recursos naturales y el medio ambiente. Dosquebradas – Risaralda 2015-2016. Recuperado de: <http://www.contraloriadedosquebradas.gov.co/documentos/2017/PoliticasyProyectos/INFORMEAMBIENTAL2015.pdf>
- Carvajal, J. (2015). Evaluación de escorias de Córdoba para su utilización en la industria del cemento Portland. (Tesis de posgrado), Universidad Nacional, Medellín, Colombia.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES. (2016). Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3874.pdf>
- Cuevas, L. (2005). Estudio de viabilidad para la implementación del modelo de parque industrial ecoeficiente localidad de Puente Aranda. (Tesis de pregrado), Universidad del Bosque, Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. – DANE. (sf). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas Rev. 4 A.C. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/sen/nomenclatura/ciiu/CIIURev31AC.pdf>
- Díaz, M. (2017). Pereira, tierra que florece. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/vivir/buen-viaje-vip/pereira-tierra-que-florece-articulo-689050>
- Dinero. (2014). Pereira, la capital comercial del Eje Cafetero. Recuperado de: <https://www.dinero.com/pais/articulo/comercio-principal-actividad-economica-pereira/200284>
- [Donald, A., Chi – ang, B. & Chen, Y. \(2015\). A circular economy model of economic growth. *Environmental Modelling & Software*, \(73\), pp. 60 – 63.](#)
- Flórez, J. & Gil, A. (2016). Caracterización del parque empresarial del municipio de Dosquebradas. En: *Revista Gestión y Región*. (21), pp. 93-120
- Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (2007). Boletín electrónico del “Programa Buenos Aires Produce más Limpio”. Recuperado de: http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/archivos/boletines_pml/07_junio2007.pdf
- Gonzales, A. (2015). Aprovechamiento de una ceniza de fondo de caldera en la fabricación de un concreto liviano. (Tesis de pregrado), Universidad de San Buenaventura – Cali, Santiago de Cali, Colombia.

- Guerrero, J., Fuentes, G. & Salazar, M. (2013). Evaluación del desempeño ambiental del sector manufacturero del departamento de Risaralda. *Scientia et Technica*, 18(1), 253 – 259.
- Hoor, B. & Herrera, C. (2007). La evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia. *Revista de ingeniería*, (26), 101-120.
- Jaramillo, G. & Zapata, L. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. (Tesis de posgrado), Universidad de Antioquia, Colombia.
- Medina, M., Almaraz, S. & Vanegas, M. (2012). Simbiosis industrial e innovación tecnológica. Caso: Parque Industrial Alga en Jalisco. *Políticas de gestión y estrategias para fortalecer el desarrollo local de México*. Recuperado de: <http://www.laccei.org/LACCEI2015-SantoDomingo/StudentPapers/SP038.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Resolución 1023 del 2010. “Por la cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento el Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables – SIUR para el sector manufacturero y se dictan otras disposiciones”. Bogotá, D.C., Colombia.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2012). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Título F. Sistemas de Aseo Urbano/ Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. Bogotá, D.C. Colombia.
- Monroy, N. & Ramírez, D. (sf). Parques Industriales Ecoeficientes en Bogotá: ¿Una alternativa ambiental, económica y/o social?. Universidad de los Andes. Recuperado de: <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones/resultado-busqueda/parques-industriales-ecoeeficientes-en-bogota-una-alternativa-ambiental-economica-y-o-social>
- Ortiz, P. & Salamanca, L. (2015). *Bases metodológicas para la conformación de un parque ecoeficiente con criterios de simbiosis en el complejo industrial San Jorge del municipio de Mosquera* (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.
- Parra, C. & Muñoz, J. (2014). Dinámica ambiental y económica en la localidad de Puente Aranda en Bogotá. *Biotica*, 14(2), 28-37.
- Park, H. & Behera, S. (2014). Methodological aspects of applying eco-efficiency indicators to industrial symbiosis networks. En: *Journal of Cleaner Production*. (64), 478-485

- Pérez, G., Valencia, F., Gonzáles, B. & Cardona, J. (2014). Pereira: contexto actual y perspectivas. *Documentos de trabajo sobre ECONOMÍA REGIONAL*. (208), 1 – 49.
- Pinzón, A. (2009). La simbiosis industrial en Kalundborg, Dinamarca. *Dearquitectura*, (04), 154-161.
- Power, G. (2012). Materiales metálicos y reciclaje. Recuperado de:
[http://fresno.ulima.edu.pe/sf%5Csf_bdfde.nsf/imagenes/9A5B9CD541FA1720052573540070AE16/\\$file/13-25-power.pdf](http://fresno.ulima.edu.pe/sf%5Csf_bdfde.nsf/imagenes/9A5B9CD541FA1720052573540070AE16/$file/13-25-power.pdf)
- Reyes, E., Gonzáles, J. & Córdoba, Y. (sf). Políticas públicas y el sector industrial en Pereira y Dosquebradas. *Grafías*. Recuperado de:
<http://biblioteca.ucp.edu.co/ojs/index.php/grafias/article/view/3299/3545>
- Ríos, L. & Posso, R. (2016). Estudio socioeconómico. Dosquebradas – Colombia 2016. Recuperado de:
http://camado.org.co/web/wp-content/uploads/2017/01/Estudio_socioeconomico.pdf
- Rodríguez, G. & Sosa, R. (2008). Propuesta de intercambio y aprovechamiento de residuos para la implementación de la ecología industria en México. (Tesis de pregrado), Instituto Politécnico Nacional, México.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2017). Informe Nacional de Aprovechamiento, 2016. Edición N° 1. Bogotá, D.C.
- Universidad Tecnológica de Pereira – UTP. (sf). Documento Técnico del Proyecto Ciudadano De Educación Ambiental (PROCEDA) comuna 1. Recuperado de:
http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4473/3337071R696_Anexo.pdf;jsessionid=00426F1F39B070E6690E627B1EBAA8F7?sequence=3
- Vásquez, J. & Vargas, G. (2018). Aprovechamiento de lodos planta de tratamiento de aguas residuales municipio de Funza, como insumo de cultivo y mejoramiento del suelo. (Tesis de pregrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D.C.
- Varela, I. (sf). Definición de producción más limpia. *Tecnología en marcha*, 16(2), pp. 3 -12

