

# EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL DEL SECTOR MANUFACTURERO DEL DEPARTAMENTO DE RISARALDA

## ENVIRONMENTAL PERFORMANCE EVALUATION OF MANUFACTURING DEPARTMENT RISARALDA

Jhoniers Guerrero Erazo, Guillermo Fuentes Barrera, Mónica Salazar Isaza  
*Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia*  
*Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER), Pereira, Colombia*  
[jhguerre@utp.edu.co](mailto:jhguerre@utp.edu.co)  
[guillermofuentes@utp.edu.co](mailto:guillermofuentes@utp.edu.co)

**Resumen**— El desarrollo e implementación de modelos y/o metodologías que permitan evaluar el impacto ambiental sectorial a través del análisis de indicadores de desempeño ambiental (demanda de recursos y generación de contaminantes), facilita la visualización, estudio y entendimiento de las interacciones e impactos de los diferentes procesos antrópicos (en este caso del sector manufacturero de Risaralda) con la biosfera a nivel local, regional y nacional, facilitando la priorización y formulación de políticas y/o estrategias dirigidas a optimizar el uso y consumo de recursos naturales con base en su disponibilidad. Razón por la cual, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el desempeño ambiental del sector manufacturero en el departamento de Risaralda e identificar las actividades industriales con la mayor incidencia ambiental a nivel departamental, con la información almacenada en el Registro Único Ambiental (RUA) de Risaralda en el periodo 2004 – 2008.

**Palabras clave**— Desempeño ambiental, Indicador Ambiental, Industria

**Abstract**—The development and implementation of models and / or methodologies for assessing the environmental sector through analysis of environmental performance indicators (demand generation resources and pollutants), helps to visualize, study and understanding of the interactions and impacts of different anthropogenic processes (in this case the manufacturing sector of Risaralda) with the biosphere, local, regional and national levels, facilitating the prioritization and formulation of policies and / or strategies to optimize the use and consumption of natural resources based on availability. This study aims to assess the environmental performance of the manufacturing sector of Risaralda and identify industrial activities with the greatest environmental impact, with the information stored in the pilot Unique Environmental Registry (RUA) for Risaralda in the period from 2004 to 2008.

**Key Word** — Environmental performance, Environmental indicators, Industry

### I. INTRODUCCIÓN

Los elevados consumos de recursos y energía del sector industrial en las sociedades modernas no son ecológicamente sustentables, convirtiéndose en un problema ambiental generado por el agotamiento de los recursos naturales y las emisiones derivadas de sus procesos productivos, que interfieren en alto grado con los intereses económicos [1], razón por la cual ha aumentado el interés de la comunidad mundial por desarrollar conceptos y métodos dirigidos a alcanzar el desarrollo sostenible, a través de la generación de información que facilite el conocimiento, análisis y evaluación de la eficiencia de los procesos en el consumo de recursos y energía, además del impacto de sus emisiones en el medio ambiente [2]. Entre los diferentes conceptos y metodologías desarrollados sobresale el de *metabolismo industrial*, el cual tiene como objeto mejorar el conocimiento y entendimiento del uso que la sociedad hace de los recursos naturales y su impacto en el ambiente [3]

En este sentido, la Declaración de Río de Janeiro a través del Programa Agenda 21 hizo un llamado a los empresarios de los sectores productivos, en el cual los insta a otorgar la más alta prioridad a la gestión del medio ambiente para alcanzar prácticas industriales sostenibles; comprometiendo a la industria en el desarrollo de técnicas y tecnologías que reduzcan los efectos nocivos de los diferentes procesos al medio ambiente [4]. De igual manera la Agenda invita al desarrollo de indicadores ambientales como una herramienta necesaria que provee de información confiable a los tomadores de decisiones en todos los niveles [5], y con el ánimo de contribuir al entendimiento de la problemática el Instituto de Recursos Mundiales (WRI, en inglés) procedió a llenar los vacíos de información existentes con la generación de indicadores ambientales, el resultado de esta labor fue la publicación “Indicadores ambientales: Un enfoque sistemático de medición e información de la política de medio ambiente en el contexto del desarrollo sostenible” [6].

Asimismo la oficina de estadística de la Unión Europea (UE), Eurostat publicó en 1998 los primeros indicadores de presión medio ambiental para la UE, en el marco del proyecto Índices de Presión Medio Ambiental, con el fin de realizar una descripción de las actividades humanas más importantes que tienen un impacto negativo en el ambiente, reflejando el esfuerzo de la Comisión Europea por proveer a los tomadores de decisiones y al público en general, de la información necesaria para el diseño y monitoreo adecuado de la política de Medio Ambiente de la EU, correspondiendo con una de las principales acciones propuestas en la Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo sobre "Orientaciones para la Unión Europea sobre indicadores ambientales y la Contabilidad Nacional Verde" (COM (94) 670 final, 21.12.94) [7].

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), creó el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), que consiste en el "conjunto integrado de actores, políticas, procesos, y tecnologías involucrados en la gestión de información ambiental del país, con el fin de iniciar un proceso para facilitar la generación de conocimiento, la toma de decisiones, la educación y participación para el desarrollo sostenible en Colombia"[6]. Una de las principales herramientas elaboradas por el IDEAM para el fortalecimiento del SIAC, fue el Registro Único Ambiental (RUA), reglamentado por la Resolución 1023 de 2010. El RUA es un instrumento para el registro de información sobre el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales en el sector industrial manufacturero. El presente documento tiene como objetivo analizar la información almacenada en este aplicativo y generar indicadores que permitan determinar el desempeño ambiental del sector manufacturero de Risaralda a través del seguimiento al consumo de recursos, la eficiencia de los procesos, la generación de residuos, emisiones y vertimientos líquidos.

## II. METODOLOGÍA

### A. Captura de información

Teniendo en cuenta que la fiabilidad de la información recolectada es vital para explorar, describir y explicar correctamente los hechos o fenómenos encontrados [8], en esta etapa se realizó una búsqueda de información bibliográfica sobre la formulación de indicadores ambientales, manuales de funcionamiento y manejo del aplicativo web del RUA, para la posterior la descarga de la información almacenada en los formularios correspondiente al periodo 2004 - 2008 en el departamento de Risaralda.

### B. Sistematización de la información

Esta actividad se dividió en dos etapas; la primera consistió en descargar los formularios digitales del RUA de la página web del IDEAM del periodo 2004 – 2008 y en la segunda se diseñó una base de datos en Excel con el propósito de facilitar el análisis de toda la información contenida en los formularios del RUA.

La base de datos elaborada contiene toda la información requerida por el formulario del RUA, la cual se encuentra dividida en los siguientes capítulos:

**Capítulo I:** Identificación de la empresa y del establecimiento industrial

**Capítulo II:** Autorizaciones ambientales del establecimiento

**Capítulo III:** Recurso agua

**Capítulo IV:** Energía

**Capítulo V:** Emisiones a la atmósfera

**Capítulo VI:** Materias primas consumidas y bienes consumibles - recursos naturales sujetos a salvoconducto o remisión de movilización.

**Capítulo VII:** Principales bienes elaborados y/o servicios ofrecidos durante el periodo de balance

**Capítulo VIII:** Residuos o desechos

**Capítulo VIII A:** Información sobre generación, manejo y existencias de residuos o desechos no peligrosos

**Capítulo VIII B:** Información sobre generación, manejo y existencias de residuos o desechos peligrosos

**Capítulo IX:** Acciones de gestión ambiental

### C. Clasificación de la Actividad Industrial

Después de sistematizar la información, se procedió a identificar, estandarizar y codificar el tipo de actividad industrial de cada una de la empresas que conforman la base de datos, en este caso se utilizó la sección D de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) Revisión 3.1 A.C., adaptada para Colombia [9], que corresponde a las industrias manufactureras.

### D. Selección de indicadores

El seguimiento y evaluación del desempeño ambiental de las diferentes actividades industriales en el departamento de Risaralda, se realizó mediante la elaboración de una lista de indicadores que relacionan la magnitud en el consumo de recursos, o la generación de contaminantes específicos con la producción de bienes particulares [4].

De acuerdo con la información del RUA en sus nueve (9) capítulos es posible calcular un total de 50 indicadores, pero después de realizar una revisión y análisis detallado de la información almacenada en la base de datos, para el departamento de Risaralda en el periodo 2004 – 2008, se determinó que debido a la disponibilidad y calidad de la información, sólo es posible determinar y utilizar seis (6) indicadores agrupados en 4 aspectos ambientales.

**Indicadores de agua**

1. Consumo de agua por tonelada de producto (m<sup>3</sup>/t)
2. Volumen de agua vertido por tonelada de producto (m<sup>3</sup>/t)

**Indicadores de energía**

3. Consumo de energía eléctrica por tonelada de producto (MJ/t)
4. Consumo de energía térmica por tonelada de producto (MJ/t)

**Indicadores materias primas y bienes consumidos**

5. Consumo de materias totales por tonelada de producto (kg/t)

**Indicadores de residuos**

6. Residuos sólidos industriales generados por tonelada de producto (kg/t)

**E. Evaluación unitaria del desempeño ambiental sectorial**

La evaluación unitaria del desempeño ambiental tiene como objetivo principal cuantificar y comparar el consumo de recursos y la generación de contaminantes por unidad de producto elaborado, de acuerdo al código CIU del establecimiento (Ejemplo “1511: Producción, transformación y conservación de carne y de derivados cárnicos”).

Para realizar esta evaluación en el departamento de Risaralda, se procedió a establecer el tipo y cantidad de actividades industriales, de acuerdo al CIU, que existen a nivel departamental. Posteriormente se agruparon los establecimientos industriales con la misma clasificación industrial, para realizar una comparación del consumo de recursos y generación de contaminantes y finalmente se determinó el desempeño ambiental por sector con el objetivo de realizar una posterior comparación entre actividades industriales.

**F. Desempeño ambiental de la industria manufacturera**

En esta etapa se utilizó y adaptó la metodología desarrollada por la Universidad Industrial de Santander (UIS) y el IDEAM en el desarrollo de un sistema de información para la evaluación ambiental de sectores productivos colombianos [10]. El objetivo la metodología es analizar los indicadores seleccionados por unidad de producto y establecer una jerarquización final agregada, teniendo en cuenta el o los recursos, agrupando las actividades industriales y sus índices en tres categorías, las cuales se presentan a continuación:

Consumo de recursos  
Vertimientos  
Residuos sólidos

En cada categoría se identificaron los 10 sectores industriales con la mayor incidencia ambiental, para esto se asignó un puntaje descendente que varía entre 10 y 1, es decir 10 puntos a la actividad industrial con el desempeño ambiental de mayor impacto ambiental y un punto para la tecnología con el mejor desempeño ambiental. El valor o peso específico para cada indicador es igual, con el fin de obtener agregados parciales correspondientes a cada una de las categorías evaluadas [4].

A partir de los agregados parciales se puede generar una idea general del desempeño ambiental por actividad industrial. El puntaje máximo que puede alcanzar una actividad es de 60 puntos. La síntesis global del desempeño ambiental se resume en un grupo de indicadores y gráficas que presentan las actividades industriales con el mayor impacto ambiental.

**III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN****A. Panorama del departamento de Risaralda**

La competitividad y productividad están relacionadas con la capacidad de un país o región para producir bienes y servicios, además de la relación entre lo que se produce y los recursos humanos, naturales y de capital requeridos en su elaboración, con el objetivo de competir exitosamente en el mercado globalizado y generar un crecimiento sostenido en el largo plazo contribuyendo con el mejoramiento de los ingresos y la calidad de vida de sus habitantes [11].

Para el año 2007, el departamento de Risaralda generó el 1.75% del Producto Interno Bruto (PIB) del país, logrando una cifra de \$4.733.355 millones, al analizar la distribución del PIB regional por actividades económicas sobresale la actividad industrial con 15.53 %, convirtiéndose en una de las principales fuentes de empleo de la región [12].

La actividad manufacturera es por tanto un elemento determinante de la economía regional y demanda gran cantidad de recursos que son transformados mediante diversos procesos tecnológicos y con eficiencias que pueden variar dependiendo de la antigüedad de los equipos utilizados, el nivel de formación del personal involucrado en el proceso y la fortaleza de la estructura organizacional, entre otras. Las ineficiencias son reflejadas en menor productividad (más cantidad de materias primas por unidad de producto), menor competitividad (costos más elevados de producción), un mayor impacto sobre el entorno debido al uso ineficiente de los recursos y la disposición de los residuos generados, además de la pérdida de oportunidad para acceder a mercados más productivos y competitivos o con mayores exigencias ambientales, todo esto inevitablemente ocasiona la desaparición de aquellas empresas que no se fortalezcan y se preparen para enfrentar los requerimientos del mercado incrementando la problemática social y económica de su área de influencia.

## B. Desempeño ambiental del sector manufacturero en Risaralda

La evaluación y análisis del desempeño ambiental del sector manufacturero de Risaralda se realizó para 51 empresas agrupadas en 40 actividades industriales y tiene como objetivo principal iniciar un proceso de construcción de series de datos que permitan la elaboración de indicadores que relacionen la magnitud del consumo de recursos o la generación de contaminantes específicos con la producción de bienes particulares que realiza este sector a nivel departamental, facilitando el seguimiento y control a los entes encargados de la toma de decisiones. Teniendo en cuenta que el sector manufacturero es un actor determinante del uso, deterioro y demanda a la que puedan estar sometidos los diferentes recursos naturales y adicionalmente es pilar de la economía y una de las principales fuentes de empleo e ingresos en Risaralda [11].

Los indicadores se obtuvieron como resultado del promedio anual de los datos de consumo de recursos y generación de contaminantes entre la producción anual encontrados en el RUA para el periodo 2004 – 2008. Estos indicadores se agrupan y analizan en tres aspectos ambientales; *consumo de recursos*, *vertimientos* y *residuos*. En la tabla 1 se presenta el código CIU para cada una de las actividades que se encuentran entre las diez (10) más impactantes en cada uno de los aspectos evaluados .

Clase CIU	Descripción
1511	Producción, transformación y conservación de carne y de derivados cárnicos.
1530	Elaboración de productos lácteos.
1561	Trilla de café.
1571	Fabricación y refinación de azúcar.
1572	Fabricación de panela.
1581	Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería.
1594	Elaboración de bebidas no alcohólicas; producción de aguas minerales.
1710	Preparación e hilatura de productos textiles.
1720	Tejedura de productos textiles.
1730	Acabados de productos textiles no producidos en la misma unidad de producción.
1810	Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel.
1910	Curtido y preparado de cueros.
2030	Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones.
2109	Fabricación de otros artículos de papel y cartón.
2693	Fabricación de productos de arcilla y cerámica no refractarias, para uso estructural.
2710	Industrias básicas de hierro y de acero.

Clase CIU	Descripción
3420	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques.
3591	Fabricación de motocicletas.
3699	Otras industria manufactureras no clasificada previamente (ncp).

Tabla 1. Identificación de acuerdo al código CIU

### 1. Consumo de recursos

Este aspecto ambiental evalúa y presenta las actividades industriales con la mayor demanda de recursos en el departamento de Risaralda. Los criterios utilizados en la evaluación son el consumo de agua, materias primas y energía, las cuales se presentan a continuación.

#### • Consumo de agua

En el gráfico 1 se observa que las actividades industriales con el mayor consumo de agua en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) por tonelada (t) de producto elaborada corresponden a la *fabricación y refinación de azúcar (1571)* con 94,04 (m<sup>3</sup>/t) y la *fabricación de otros artículos de papel y cartón (2109)* con 3,30 (m<sup>3</sup>/t).

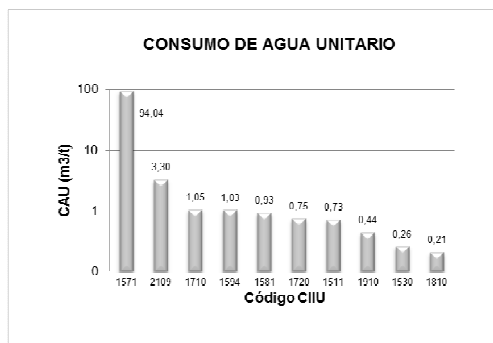


Gráfico 1. Consumo de agua unitario

De este aspecto ambiental es importante resaltar que la actividad industrial correspondiente a la fabricación y refinación de azúcar (1571) demanda el 87.68% (14,5 millones de m<sup>3</sup>) del total de agua utilizada por las empresas que participaron en la muestra.

#### • Consumo de materias primas

Las actividades industriales con el mayor consumo de materias primas por unidad de producto o bien elaborado en el departamento de Risaralda son la *fabricación y refinación de azúcar (1571)* y *otras industrias manufactureras no clasificada previamente (ncp) (3699)* con 5.235 y 3.868 (kg/t) (ver gráfico 2).

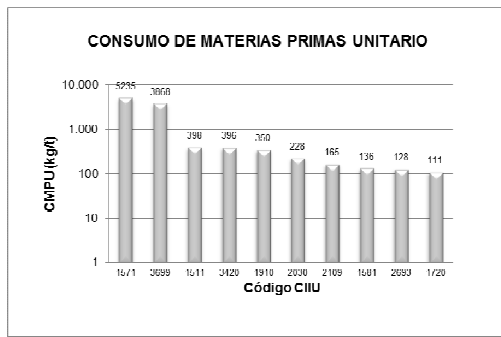


Gráfico 2. Consumo de materias primas unitario

### Consumo de energía eléctrica

Los consumos de energía eléctrica más elevados del sector manufacturero en megajoules (MJ) por tonelada de producto elaborada corresponden a la *fabricación y refinación de azúcar (1571)* con 1.169 (MJ/t) y la *preparación e hilatura de fibras textiles (1710)* con 303 (MJ/t) (ver gráfico 3).

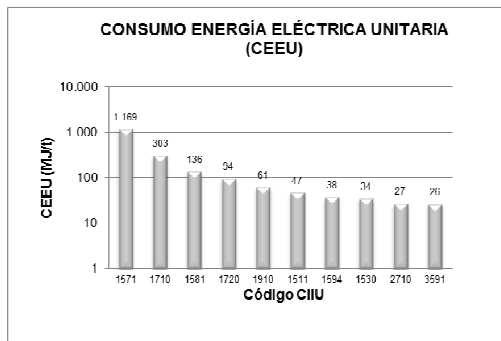


Gráfico 3. Consumo de energía eléctrica unitario

### Consumo de energía térmica

Como se observa en el gráfico 4 las actividades económicas con el mayor consumo de energía térmica corresponden a la *elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería (1581)* y la *fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel (1810)* con un consumo promedio de 13.597.087 y 13.204.242 MJ/t, respectivamente.

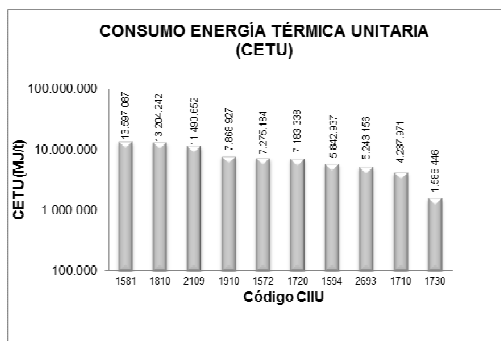


Gráfico 4. Consumo de energía térmica unitario

## 2. Vertimientos

El aspecto ambiental de vertimientos está conformado por un indicador que relaciona la cantidad de agua vertida en m<sup>3</sup> por tonelada de producto, este aspecto no abarca criterios de calidad de agua residual debido a la poca información disponible en la base de datos de RUA del periodo 2004 – 2008. De acuerdo a lo presentado en el gráfico 5, las actividades con los mayores volúmenes de vertimientos son la *fabricación y refinación de azúcar (1571)* con 63,86 m<sup>3</sup>/t y la *fabricación de otros artículos de papel y cartón (2109)* 2,56 m<sup>3</sup>/t.

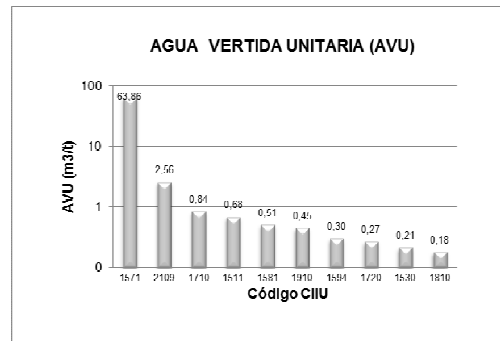


Gráfico 5. Agua vertida unitario

## 3. Residuos

En este aspecto ambiental se relacionan las actividades industriales con la mayor generación de residuos sin diferenciar su posible utilización como subproducto con algún valor agregado. En el gráfico 6 se observa que al igual en los aspectos anteriores la actividad industrial con el mayor impacto ambiental asociado de la generación de de residuos es la *fabricación y refinación de azúcar (1571)* con 2718 kg/t, seguido de la *elaboración de producto lácteos (1530)* con 41 kg/t.

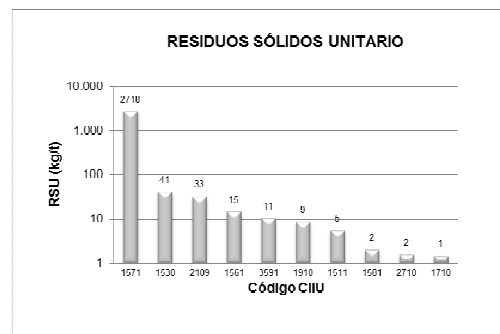


Gráfico 6. Residuos sólidos unitarios

## C. Desempeño ambiental global

Una vez finalizado el proceso de identificación y análisis de la información del desempeño ambiental sectorial, a través de la generación de indicadores ambientales, que de acuerdo a la definición de la EPA [13], son “valores numéricos en una escala de tiempo que proveen información sobre el estado del ambiente y/o la salud humana”, y que en este caso, corresponden al

comportamiento del sector manufacturero en el consumo de recursos, la generación de residuos sólidos y los vertimientos de las diferentes actividades industriales de departamento de Risaralda, se procedió a calificar y determinar su desempeño ambiental global, con el objetivo de identificar las diez (10) actividades con el mayor impacto ambiental a nivel departamental, como resultado de este análisis se obtuvo que las actividades económicas con la mayor demanda de recursos e impacto ambiental corresponden a la *fabricación y refinación de azúcar (1571)*, *elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería (1581)* y la *confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel (1810)*, con un puntaje final de 51.2, 16.5 y 14.7 Puntos (pts) respectivamente (ver gráfico 7).

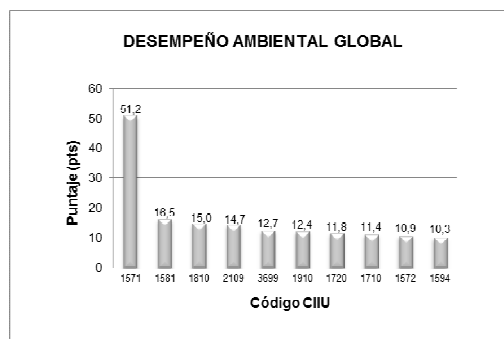


Gráfico 6. Desempeño ambiental global

#### IV. CONCLUSIONES

Se encontraron deficiencias en la calidad y cantidad de la información registrada en el aplicativo por parte de las empresas en el periodo evaluado (2004 – 2008), lo que impide un análisis total del desempeño ambiental del sector manufacturero a nivel departamental, razón por la cual, es fundamental implementar procesos para garantizar la fiabilidad de la información contenida en el aplicativo del RUA, a través del establecimiento y estandarización de una metodología que permita una verificación ágil y confiable de los datos registrados en el aplicativo.

Este primer ejercicio de recopilación de información, generación y análisis de indicadores unitarios para la evaluación del desempeño ambiental sectorial y global del sector manufacturero en el departamento de Risaralda, permitió conocer que las actividades con la mayor demanda de recursos y generación de contaminantes corresponden a la *fabricación y refinación de azúcar (1571)*, *elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería (1581)* y la *confección de prendas de vestir, excepto prendas de piel (1810)*. Los resultados permiten identificar los sectores estratégicos que deben ser objeto de políticas, programas o planes que busquen mejorar su eficiencia productiva y ambiental y de esta forma disminuir su presión sobre el medio ambiente.

Finalmente, es importante hacer énfasis en la continuidad del proceso de construcción, seguimiento y evaluación del comportamiento histórico de los indicadores de desempeño ambiental con la información contenida en el RUA del departamento de Risaralda, para iniciar la aplicación e implementación de conceptos y metodologías de ecología industrial, metabolismo industrial y exergía, diseñados para conocer y entender los mecanismos de degradación de los recursos y transformación de la energía, con el fin de desarrollar enfoques sistemáticos que permitan mejorar los procesos productivos del sector manufacturero de Risaralda en términos de eficiencia, costo, consumo de recursos e impacto ambiental.

#### REFERENCIAS

- [1] Gong M, Wall G. (2001) On Exergy and sustainable development – Part 2: Indicators and methods. *Exergy International Journal* 1 (4) 217 – 233.
- [2] Dincer I, Rosen M. (2007). *EXERGY –Energy, Environment and Sustainable Development*. Elsevier. 472.
- [3] Utlu Z, Hepbasli A. (2008). Energetic and exergetic assessment of the industrial sector at varying dead (reference) state temperatures: A review with an illustrative example. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12 (2008) 1277 – 1301.
- [4] Rodríguez M., Lozano O., Estevéz A., Castillo E., Pedraza E., Orduz JC., Orduz J., Fonseca J., Herrera I. (2001). *El medio ambiente en Colombia: Desempeño ambiental de la industria en colombiana*. Colombia. p 498 – 533.
- [5] Hammond A., Adriaanse A., Rodenburg E., Bryant D., Woodward R. (1995). *Environmental indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*. World Resources Institute (WRI). USA.
- [6] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –SINCHI, Instituto de Investigaciones Ambientales del Páfcico – IIAP, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2007). *Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC. Marco Conceptual de SIAC: Aplicación del Enfoque Sistémico*. Bogotá. Colombia. 197p.

- [7] Eurostat (1999). Towards environmental pressure indicators for the European Union. Italy 181 p.
- [8] Mendez, C. (2001). Metodología, diseño, y desarrollo del proceso de investigación. Mc Graw Hill. 246 p.
- [9] DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2003). Clasificación industrial uniforme de todas las actividades económicas. Colombia. 355 p.
- [10]UIS - Universidad Industrial de Santander. IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (1999). Sistema de información para la evaluación ambiental de sectores productivos colombianos. Colombia. 474p.
- [11]DNP. Departamento Nacional de Planeación (2007). Agenda interna para la productividad y la competitividad. Documento regional, Risaralda. Colombia. 64p.
- [12]DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2010). Encuesta anual manufacturera. Variables principales según departamentos y divisiones industriales 2007. Colombia. Consultado en [http://www.dane.gov.co/daneweb\\_V09/index.php?option=com\\_content&view=article&id=96&Itemid=59](http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=96&Itemid=59).
- [13]Sciuba, E. (2013). Can a Environmental Indicator valid both at the local and global scales be derived on a thermodynamic basis?. Ecological Indicators. 29 (2013) 125 – 137.