



# 7<sup>th</sup> INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION Academic

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

## Evolución de Indicadores de Desempeño Ambiental en Colombia: Estudio de Caso Sector Industrial Cali - Yumbo

GRANADA, L. F.<sup>a\*</sup>, COOPER, R. E.<sup>b</sup>, ANHOLON, R.<sup>b</sup>

*a. Universidad Libre, Cali, Colombia*

*b. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, Brasil*

*\*Corresponding author, luisfgranada@unilibre.edu.co*

### Resumen

En el presente trabajo se muestran los resultados del seguimiento realizado a la aplicación de Indicadores de Desempeño Ambiental en la industria manufacturera de la ciudad de Cali y Yumbo – Colombia desde el año 2005 hasta 2013. La falta de una evaluación de los indicadores dificulta a las organizaciones, comunidad y estado establecer políticas, prioridades y estrategias organizacionales, sectoriales y municipales en materia de gestión ambiental, salud pública y comercial. La metodología usada fueron las técnicas de procedimiento de gestión ambiental como la ISO 14031 para la selección y evaluación de 34 Indicadores de Actuación Productiva (IAP), Condiciones Ambientales (ICA) y Actuación Directiva (IAD), a través, de una encuesta ambiental. Los resultados de la evaluación de los indicadores permitieron identificar las oportunidades de mejora productiva, ambiental y directiva de las organizaciones. Así mismo, precisar el potencial que tiene la industria manufacturera de estas ciudades para participar en cadenas de eco eficiencia, mercados y negocios verdes en el mundo.

**Palabras Clave:** *Indicadores de desempeño ambiental; ISO 14031; Producción más limpia; gestión ambiental.*

### 1. Introdução

Entre los esfuerzos que a nivel internacional se han realizado para facilitar la evaluación de los efectos ambientales y encontrar un punto de equilibrio entre la relación industria y medio ambiente, se encuentran las siguientes herramientas: la norma ISO 14031 (2004), que establece los lineamientos para la Evaluación del Desempeño Ambiental (EDA); el *Global Reporting Initiative* (GRI) del Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente (PNUMA) de 1997; la Guía de Indicadores Medioambientales para la empresa de la Agencia Federal Medioambiental (IHOBE) del Ministerio Federal del Medio Ambiente en Alemania; y en Colombia, el Registro Único Ambiental (RUA), establecido mediante la Resolución 1023 de 2010.

En Colombia las autoridades ambientales no tienen un sistema de acción ambiental claro que les permita evaluar a las empresas en función de los indicadores de desempeño ambiental. Adicionalmente, los indicadores que existen en el país no están diseñados para integrar la información del estado ambiental externo con la generación de contaminantes internos que genera cada empresa.

Un estudio realizado por Hernández y Portilla (2013), en el corredor industrial entre las ciudades de

“CLEANER PRODUCTION FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS”

Cali y Yumbo (Colombia) concluye que existen pocas publicaciones referentes a este tipo de estudio en esta área. Ante esto, se propone trabajar en este proyecto con los siguientes indicadores:

- **Indicadores de Actuación Productiva (IAP):** miden el desempeño ambiental de las operaciones de una organización agrupándolos de una forma lógica, basándose en los elementos de entrada, salida, instalaciones y equipos.
- **Indicadores de Condiciones Ambientales (ICA):** proporcionan información sobre la condición ambiental local, regional, nacional y global. Aunque está puede cambiar con el tiempo o por eventos específicos no inherentes a la organización, suministran información útil sobre las relaciones entre la condición ambiental, las actividades y los productos de cada organización. Esto significa, que, aunque los ICA establecen una línea base ambiental, no son una medida del impacto ambiental sobre el ecosistema, pero si identifican y relacionan las actividades operativas y la condición ambiental de la empresa para optar por el desarrollo de estos indicadores de acuerdo con sus condiciones, capacidades, intereses y necesidades.
- **Indicadores de Actuación Directiva (IAD):** establecen un proceso interno de la dirección, permitiendo la proyección de herramientas que suministren información necesaria, inteligente, confiable y verificable para determinar el desempeño ambiental, el cual está en correspondencia con los criterios establecidos por la alta dirección. La evaluación de IAD se realiza a través del análisis de indicadores que son generados a partir de la recolección de información y el análisis de datos con criterios definidos para identificar situaciones y tendencias, por lo que el desempeño puede ser visto como un objetivo estratégico para dar seguimiento a la mejora continua del proceso y actividades que se llevan a cabo en la organización bajo los esquemas ISO 9001 y 14001. La evaluación del desempeño ambiental se relaciona con las características esenciales de la organización, tales como: tamaño, tipo y ubicación, así como los procesos que se produzcan .

Para el caso de las ciudades de Cali y Yumbo, en Colombia, estudios previos que han tenido como objetivo evaluar Indicadores de Desempeño Ambiental han indicado que la transversalidad de los indicadores de actuación ambiental es tal, que la dirección de las organizaciones debe establecer políticas de minimización de la contaminación. Para lograr este propósito, es necesario contar con un personal técnico en el área ambiental y productiva que dé solución a los problemas que se generan dentro de la empresa, ya que de una inadecuada gestión productiva derivará en un mayor riesgo e impacto ambiental negativo

Ante esta problemática se propone en este trabajo una herramienta que permita a las empresas evaluar su generación de contaminantes y facilitar la toma de decisiones en el ámbito ambiental, así como permitirle al gobierno tomar parte de un seguimiento efectivo en esta área.

El objetivo de este documento es evaluar el progreso de las empresas del corredor industrial de Cali y Yumbo en cuanto a los indicadores de desempeño ambiental durante un período de 10 años. Para esto, se usará como base para el análisis una serie de encuestas y seguimientos realizados entre el año 2005 hasta el 2013 donde se buscará evaluar diferentes indicadores: Actuación Productiva (IAP), Condiciones Ambientales (ICA) y Actuación Directiva (IAD).

## 2. Métodos

La metodología utilizada en este trabajo corresponde a la de un estudio de caso, según los lineamientos definidos por Yin (2004) e inicia con la selección de los elementos de entrada, apoyo y salida de las operaciones de la organización que se identificarán y evaluarán para definir el alcance del estudio. Posteriormente, se identifica la relación y el aporte de las técnicas de gestión ambiental con los elementos de entrada, apoyo y salida de los procesos de la organización. Finalmente, a través de las preguntas seleccionadas de una encuesta se facilitarán la generación y transferencia de conocimiento en materia de la política de gestión ambiental establecida por la Autoridad Territorial Ambiental de la zona de estudio.

Para este caso, los elementos de entrada seleccionados fueron: i) los materiales, ii) el tipo de energía

consumida y iii) el consumo de agua. Los elementos de apoyo del proceso fueron: i) la infraestructura y ii) los equipos y los elementos de salida seleccionados fueron residuos: i) atmosféricos, ii) sólidos, iii) líquidos y iv) productos terminados.

La selección de los indicadores propuestos por la norma ISO 14031 se realizó de manera tal que evaluarán la eficiencia del proceso, la minimización y valoración de residuos, así como, la cantidad y toxicidad de residuos generados y reutilizados en dichos procesos. Por lo tanto, los indicadores seleccionados se clasificaron en tres categorías propuestas por los autores: Indicadores de condición ambiental (*Environmental Conditions Indicators* - ECI), Indicadores de Condiciones Operacionales (*Operational Conditions Indicators* - OCI) e Indicadores de Desempeño de Gestión (*Management Performance Indicators* - MPI).

Para la definición de la población objeto de estudio y aplicación de la encuesta se identificaron un total de 4900 empresas, utilizando las siguientes fuentes: La Encuesta Anual Manufacturera del Departamento Nacional de Estadística de Colombia (DANE); el registro de la Cámara de Comercio de la ciudad de Cali (CCC) y municipio de Yumbo (CCY); declaraciones Ambientales del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) y fichas de Registro Ambiental de la Corporación Autónoma regional del Valle del Cauca (CVC).

Para determinar la muestra, se trabajó como población objeto de estudio solamente las empresas medianas y grandes que implementan un sistema de gestión ambiental, la cual representa alrededor del 6% del total de industrias manufactureras del área de estudio. Para el diseño del procedimiento se partió de la pregunta ¿Qué se está haciendo? Teniendo como punto de partida los indicadores de desempeño ambiental en las empresas.

La evaluación de indicadores ambientales desde el punto de vista del comportamiento operacional (IAP para ISO 14031), de gestión (IDD para ISO 14031) y de la situación ambiental (ICA para ISO 14031) serán las variables de estudio en este artículo, las cuales se evaluarán por medio de una serie de encuestas.

### 3. Resultados

A continuación, serán presentados los resultados basados en la información obtenida de las encuestas respondidas a lo largo de 10 años, con dos años de intervalo entre cada una, por un total de 39 empresas.

#### 3.1 Indicadores de comportamiento operacional (IAP)

La Tab. 1 presenta la evolución de los resultados obtenidos durante el periodo de estudio. Las preguntas seleccionadas permitieron establecer el comportamiento operacional de las organizaciones respecto al balance de materia y energía de su proceso productivo.

Cabe aclarar que este estudio intercalo las ciudades de forma que en el 2005 corresponde a Yumbo, en el 2007 corresponde a Cali y así sucesivamente; exceptuando 2013 donde se hizo en ambas ciudades. En este sentido, las preguntas relacionadas con el consumo de materia prima identificaron que tanto las industrias manufactureras de Cali como las de Yumbo incrementaron el registro de sus materias primas en un 1% y 2%, respectivamente.

Entre tanto, la incorporación de materiales reciclables se incrementó en un 5% para Cali y en un 7% para Yumbo. Finalmente, el uso de material peligroso disminuyó en un 3% para Cali y en un 5% para Yumbo. Sin embargo, cuando se analizan los resultados de las encuestas realizadas hasta el año 2013 el indicador se reduce a un 83%.

Por otro lado, la Tab. 2 presenta la evolución de los resultados obtenidos durante el periodo de estudio. Las preguntas seleccionadas permitieron establecer el comportamiento operacional de la organización respecto al uso de suelo y vehículos como elementos de apoyo a los procesos u operaciones, así como la modificación de productos para ser desensamblados y reciclados.

Ante esto, se encontró que el registro del área utilizada en el proceso se incrementó en un 1% para el caso de Cali y en un 2% para Yumbo. Respecto el número de vehículos se incrementó en un 7% para las dos ciudades objeto de estudio y finalmente, cuando se preguntó sobre el porcentaje de productos para ser desensamblados y reciclados en el caso de Cali se incrementó en un 3% y en Yumbo en un 2%.

**Tabla 1.** Resultado en porcentaje de los IAP por pregunta. Fuente: Equipo Investigador.

Pregunta	Porcentaje por año (%)				
	2005	2007	2009	2011	2013
Materia prima utilizada anualmente por proceso	93	91	95	92	83
Material reciclado y reutilizado al año por unidad de producto	61	58	68	63	57
Material peligroso utilizado anualmente por proceso	57	58	52	55	68
Energía anual consumida por unidad de producto	75	59	82	62	63
Tipo de energía consumida al año	68	49	73	55	60
Combustible anual consumido por concepto de fletes	54	39	54	44	50
Energía anual generada a través de subproductos	18	14	20	16	20
KW anuales ahorrados por conservación de energía	39	27	39	27	49
Agua consumida anualmente por unidad de producto	39	45	44	51	53
Agua reutilizada por unidad de producto al año	21	18	24	19	49
Consumo de agua anualmente de red pública	75	47	80	50	60

**Tabla 2.** Resultado en porcentaje de los IAP de apoyo a procesos u operaciones. Fuente: Equipo Investigador.

Pregunta	2005	2007	2009	2011	2013
Área de suelo en metros utilizada para procesos	82	53	83	55	63
Número de vehículos y fletes por movilidad al año	75	63	82	70	67
Elementos de salida					
Pregunta	2005	2007	2009	2011	2013
Porcentaje de productos para ser desensamblados y reciclados	47%	58%	50	60%	50%

### 3.2 Indicadores de comportamiento ambiental (ICA)

La Tab. 3 presenta la evolución de los resultados obtenidos durante el periodo de estudio en los Indicadores de Condiciones Ambientales de residuos líquidos y atmosféricos. Se evidencia, que en los últimos años las industrias han mejorado las condiciones ambientales de sus procesos. La descarga de materia orgánica, metales pesados, sólidos suspendidos e hidrocarburos en el periodo de estudio disminuyó en un 3, 3, 4 y 5% respectivamente para el caso de Cali, mientras, que para Yumbo su comportamiento fue del 4, 6, 5 y 6% respectivamente. Sin embargo, en el resultado final de la

encuesta realizada el 2013 para las dos ciudades los valores en porcentaje son superiores que en los casos individuales de cada ciudad.

**Tabla 3.** Resultado en porcentaje de los ICA por pregunta. Fuente: Equipo Investigador.

Pregunta	Descargas anuales en porcentaje									
	2005		2007		2009		2011		2013	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Descarga de materia orgánica al agua	50	29	48	49	46	32	45	53	74	26
Descarga de metales pesados al agua	39	36	28	63	33	40	25	70	55	45
Descarga de sólidos en suspensión al agua	54	29	44	52	49	35	40	58	69	31
Descarga de hidrocarburos al agua	46	36	32	59	40	42	27	63	23	47
Contribución a la reducen la capa de Ozono	32	50	37	56	27	58	30	65	55	45
Contribución al cambio climático (Gases Efecto Invernadero)	32	50	35	56	25	58	30	66	61	39
Contribución al Material particulado	43	46	30	59	35	55	22	70	62	38
Contribución a la lluvia ácida	29	50	28	65	22	58	23	70	47	53

Entre tanto, la Tab. 4 presenta la evolución de los resultados obtenidos durante el periodo de estudio en los (ICA) de residuos Sólidos. En el caso de Cali el indicador de residuos sólidos generados al año por unidad de producto se incrementó en un 8% y para Yumbo en un 6%. Con respecto a los residuos sólidos peligrosos generados y reutilizados en el periodo de estudio, se redujo en un 3% para Cali y 5% para Yumbo y para el caso de los residuos que requieren disposición final controlada, su porcentaje, se mantuvo igual para ambas ciudades.

**Tabla 4.** Resultado en porcentaje de los ICA por pregunta para residuos sólidos. Fuente: Equipo Investigador.

Pregunta	Porcentaje por año				
	2005	2007	2009	2011	2013
Residuos sólidos generados al año por unidad de producto	64	42	70	50	67
Residuos sólidos peligrosos reciclables y reutilizados al año	43	97	40	92	62
Residuos sólidos que necesitan disposición final controlada	43	45	40	45	62

### 3.3 Indicadores de Actuación Directiva (IAD)

La Tab. 5 evidencia que en los últimos años la implementación de sistemas de gestión ambiental en las industrias manufactureras de la ciudad de Cali y Yumbo ha incrementado en un 5% y en un 4% respectivamente. Sin embargo, en las encuestas realizadas en el 2013 para estas dos ciudades el resultado arrojó que el 75% de las industrias manifiestan tener un sistema de gestión ambiental. Lo que evidencia que este sector de la economía de la región está ajustándose progresivamente a los requerimientos de las tendencias de los mercados y negocios verdes.

**Tabla 5.** Resultado en porcentaje de los IAD por pregunta. Fuente: Equipo Investigador.

Pregunta	Descargas anuales en porcentaje									
	2005		2007		2009		2011		2013	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Existencia del programa de gestión ambiental	48	50	31	73	52	46	35	68	75	25

No obstante, se evidenció en el periodo de estudio que el problema principal es la gestión, debido a que las organizaciones aún no tienen establecidos indicadores claros dentro de su sistema de gestión ambiental. En este sentido, la mayoría de las personas que contestaron la encuesta manifestaron, en un porcentaje entre el 15 y el 59, no tener el dato exacto del indicador de condiciones directivas. Esto se ve evidenciado en la Tab. 6 para el año 2013, cuyo porcentaje no presenta variaciones significativas en las encuestas realizadas en ese periodo de estudio.

**Tabla 6.** Resultado en porcentaje de los IAD para el año 2013. Fuente: Equipo Investigador.

Pregunta de la encuesta 2013	Respuesta
Porcentaje anual del presupuesto asignado a la investigación y desarrollo ambiental	59% NS/NR
Porcentaje anual del cumplimiento de las normas	15% NS/NR
Porcentaje anual del número de profesionales en el área ambiental	42% NS/NR
Número de multas y sanciones ambientales recibidas en el último año	94% No han sido sancionados
Número de simulacros de emergencia ambiental realizados al año	49% No realiza
Número de propuestas sugeridas por los empleados implementadas al año	65% No reportan sugerencias
Número de programas de restauración ambiental	50% NS/NR
Número de programas de educación ambiental al año realizados con la comunidad local	44% No realiza
Existencia del programa de gestión ambiental	75% Afirma tenerlo

NS: No sabe; NR: No responde.

#### 4. Conclusiones

La estructura adoptada para la evaluación de los indicadores de desempeño ambiental dotó a las partes interesadas de una herramienta ágil y simplificada considerando sus aspectos operacionales, ambientales y directivos. El instrumento identificó de manera ágil la capacidad de respuesta y adaptación que tienen las industrias manufactureras al sistema de gestión empresarial.

La encuesta aplicada permitió identificar el comportamiento de los indicadores en el periodo de estudio y su evolución. También permitió conocer algunas de las razones por las cuales el valor del IAD es el más bajo de los tres indicadores evaluados en este estudio. Adicionalmente, los ICA han venido incrementando su valor hasta llegar a un porcentaje cercano al 50%, lo que respalda el planteamiento de que las empresas tienen huecos en sus procesos ambientales.

El estudio permitió deducir que las encuestas ambientales, aplicadas en el área de estudio por la Autoridad Territorial Ambiental, están privando de información al sistema de gestión ambiental empresarial y a las demás partes interesadas en esta información. En este sentido, es necesario realizar en la ciudad de Cali y Yumbo un estudio que integre la información de estas encuestas ambientales con la información de los sistemas de gestión empresarial bajo la norma ISO 14001 e ISO 14031. Este estudio debe tener como objetivo generar, a las partes interesadas, información para

establecer políticas, prioridades y estrategias organizacionales, sectoriales y municipales en materia de gestión ambiental, sanitaria y comercial.

## 5. Referencias

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR ISO 14031 – Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental – Diretrizes. Norma Técnica. ABNT, Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR ISO 14032 – Gestão Ambiental – Avaliação do Desempenho Ambiental - Estudo de Caso Ilustrando o Uso da ISO 14032. Norma Técnica. ABNT, Rio de Janeiro, 1999.

Correa, E.; Hoyos, L. Propuesta de un Sistema de Modelo de Indicadores para Evaluar el desempeño Ambiental de la Empresa CO & TEX S.A.S en Risaralda. Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. Disponible en URL: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/3670/1/333714C824.pdf> : s.n., 2013. Último acceso septiembre 2017.

Granada, L.; Orejuela, R.; Álvarez, N. Indicadores de Gestión Ambiental de la Industria Manufacturera en el corredor vial Cali – Yumbo. Cali: Dirección Seccional de Investigaciones Universidad Libre Seccional Cali, 2006, Vol. 2.

Granada, L. Procedimiento para las medidas de control de contaminantes atmosféricos de fuentes móviles y fijas en Cali - Colombia. La Habana : Tesis doctoral para optar al título de doctor en ciencias técnicas ISPJAE - Cuba, 2010.

Hernández, A.; Portilla, A. Evaluación de los Indicadores de gestión ambiental de la industria manufacturera en el área metropolitana de Cali - Colombia. Cali. Trabajo de grado para optar al título de ingeniero industrial Universidad de San Buenaventura Cali, 2013.

Isaac, C., Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental de los Centros de Educación Superior (CES). Revista CENIC. Ciencias Químicas. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181620500040>. Último acceso: febrero de 2015.

YIN, R. K. Estudio de caso: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010