

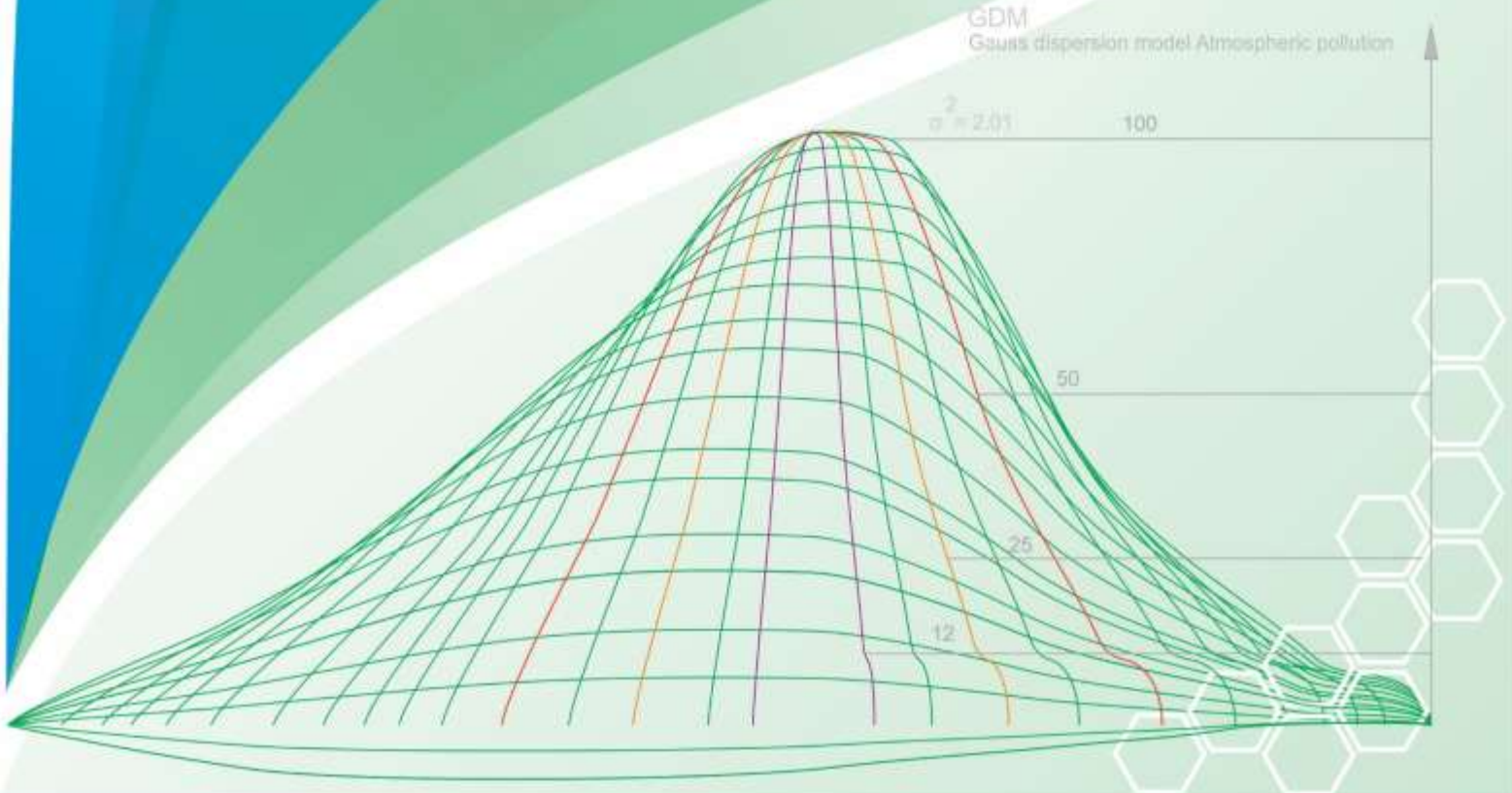


LA GESTIÓN AMBIENTAL Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Edición

Judith Yamile Ortega Contreras
 Dorance Becerra Moreno
 Andrés Fernando Barajas Solano
 Luisa Fernanda Ramírez Ríos
 Paola Andrea Sanguino Barajas

GDM
 Gauss dispersion model Atmospheric pollution





LA GESTIÓN AMBIENTAL Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

© Todos los derechos reservados

Edición

Judith Yamile Ortega Contreras (Orcid: 0000-0002-8717-434X)

Dorance Becerra Moreno (Orcid: 0000-0001-8556-9914)

Andrés Fernando Barajas Solano (Orcid: 0000-0003-2765-9131)

Luisa Fernanda Ramírez Ríos (Orcid: 0000-0002-0973-3847)

Paola Andrea Sanguino Barajas (Orcid: 0000-0001-7440-5236)

Primera Edición, 2018

Hecho en Colombia

ISBN: 978-958-8489-77-3

Diseño caratula y diagramación

Wilhelm Hernando Camargo Jauregui

Traductor

Andrés Fernando Barajas Solano

Comité académico

Luisa Fernanda Ramírez Ríos

Paola Andrea Sanguino Barajas

Judith Yamile Ortega Contreras

Dorance Becerra Moreno

Andrés Fernando Barajas Solano

Programa de Ingeniería Ambiental

Teléfono: (7)-5776655

E-mail: ingambiental@ufps.edu.co

San José de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia



PRÓLOGO

En la actualidad los profesionales de diferentes disciplinas deben desempeñarse en entornos dinámicos y adaptarse a los cambios vertiginosos del contexto. La incorporación de nuevas tecnologías, la comprensión de las tendencias globales y la necesidad constante de actualización, determinan los enfoques de la educación profesional. En este sentido, el programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Francisco de Paula Santander, en cumplimiento de su compromiso con la alta calidad, propende por la construcción del conocimiento, a través de espacios formativos que permitan fortalecer las competencias de sus estudiantes y futuros graduados. De esta manera, mediante la oferta de cursos de profundización, se estructuran escenarios apropiados para investigar, generar opinión y proponer alternativas de solución a las problemáticas ambientales y sociales.

En consonancia con los argumentos expuestos, el programa de Ingeniería Ambiental de la UFPS celebró la segunda cohorte del Curso de profundización en Sistemas Integrados de Gestión HSEQ I-2018, incorporando ecodiseño, responsabilidad social y gestión del riesgo. La estructura del curso se fundamenta en el análisis de las necesidades de los sectores productivos de la región. Al mismo tiempo, favorece la flexibilidad del currículo, ya que constituye una modalidad de requisito de grado. En el marco del desarrollo del curso se realiza un trabajo de revisión bibliográfica que da origen a un artículo con características de publicación. Los estudiantes abordan temas de interés relacionados con la implementación de sistemas de gestión, capacidad de cumplimiento de aspectos normativos, mejora continua, crecimiento y reconocimiento de las organizaciones, entre otros.

Como resultado de lo anterior se consolida el presente libro titulado “LA GESTIÓN AMBIENTAL Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS”, donde se recopilan los artículos divulgados en el “VII ciclo de conferencias del programa de Ingeniería Ambiental – junio de 2018. Esta actividad académica, tiene como objetivo transferir conocimiento para orientar proyectos de investigación e ideas de emprendimiento, que tengan impacto positivo en los diferentes sectores económicos y que motiven la participación de la comunidad institucional y los diferentes actores del territorio.

Judith Yamile Ortega Contreras, MSc.
Directora Programa Ingeniería Ambiental
Universidad Francisco de Paula Santander



CONTENIDO

CAPÍTULO 1.....	6
CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA) DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA REGIÓN ANDINA COLOMBIANA, COMO INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LOS CAMPUS UNIVERSITARIOS.	6
CAPÍTULO 2.....	23
RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL DE LA MINERÍA AURÍFERA EN COLOMBIA DE ACUERDO CON LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA ISO 26000: 2010 CON UNA MIRADA AL POSCONFLICTO	23
CAPÍTULO 3.....	39
APORTES Y ESTRATEGIAS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL BAJO LA ISO 14001 Y LA INVESTIGACIÓN, PARA MITIGAR LOS EFECTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR EL SECTOR DE LAS CURTIEMBRES.....	39
CAPÍTULO 4.....	53
IMPACTOS EN EL SUELO GENERADOS POR LA MINERIA A CIELO ABIERTO DE MATERIALES ARCILLOSOS EN COLOMBIA.....	53
CAPÍTULO 5.....	64
SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA) COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA EXPLOTACIÓN MINERA DEL ORO EN COLOMBIA	64
CAPÍTULO 6.....	79
SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL COMO HERRAMIENTA PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS PROCESOS AGRÍCOLAS	79
CAPÍTULO 7.....	91
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL Y TENDENCIAS HACIA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA BAJO LA ISO 50001	91
CAPÍTULO 8.....	108
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS, BASADO EN LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL ISO 14001: UNA REVISIÓN GENERAL.	108
CAPÍTULO 9.....	118
UNA VISIÓN GLOBAL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL PROCESO INDUSTRIAL LADRILLERO: IMPACTOS, POLITICAS Y ALTERNATIVAS.....	118
CAPÍTULO 10.....	133



RELLENOS SANITARIOS COMO ALTERNATIVA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SUS IMPACTOS EN EL AMBIENTE	133
CAPÍTULO 11.....	144
AFECTACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES VIALES SOBRE LA FAUNA SILVESTRE Y LA FLORA	144
CAPÍTULO 12.....	157
LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LAS EMPRESAS LADRILLERAS COMO ESTRATEGIA DE COMPETITIVIDAD BASADA EN LA NORMA ISO 14001:2015.....	157
CAPÍTULO 13.....	168
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD COMO ESTRATEGIA DE PROGRESO EN LA PRODUCCIÓN CAFETERA EN COLOMBIA	168
CAPÍTULO 14.....	182
IMPACTO DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA NORMA ISO 9001	182
CAPÍTULO 15.....	197
SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO FRENTE AL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS EN EL SECTOR HOSPITALARIO.....	197



CAPÍTULO 1

CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA) DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA REGIÓN ANDINA COLOMBIANA, COMO INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LOS CAMPUS UNIVERSITARIOS.

Lady Esmeralda Jaimes Sandoval* y María Alejandra Núñez Peñaranda**
*ladyesmeraldajs@ufps.edu.co **mariaalejandranp@ufps.edu.co

Resumen

El medio ambiente es indispensable para el desarrollo humano, ya que brinda una serie de recursos y servicios que, de no preservarse, no sería posible garantizar un planeta en equilibrio ni la subsistencia de las futuras generaciones. Una de las formas para que la sociedad adopte un comportamiento enfocado hacia la sostenibilidad es implementar acciones desde pequeñas sociedades como las universidades, las cuales, por su alta diversidad de personal y actividades, es un excelente punto de inicio. La implementación de estrategias ambientales que permitan la sostenibilidad en los campus universitarios requiere de un enfoque participativo mediante la integración de los diferentes actores (estudiantes, profesores y administrativos), los cuales con su ejemplo y competencia pueden concientizar en sus diferentes entornos. Una de las estrategias empleadas son los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), los cuales permiten a las organizaciones obtener múltiples beneficios y contribuir de forma positiva al ambiente. Hasta el momento, en Colombia no se cuentan con estudios acerca de los SGA en las universidades y los beneficios que trae consigo la adopción de estos. Por ello se pretende aportar información en relación con las Universidades públicas de la región andina colombiana que han adoptado SGA, o en su defecto han incorporado algunas iniciativas ambientales; finalmente, cualquiera de estas dos estrategias se considera un aporte a la Sostenibilidad Ambiental (SA) en los Campus universitarios.

Palabras Clave

Sistemas de Gestión Ambiental, ISO 14001, Sostenibilidad Ambiental, Campus universitarios.

Abstract

The environment is essential for human development, as it provides a series of resources and services that if not preserved, it would not be possible to guarantee a planet in balance or the subsistence of future generations. One of how society adopts a behavior focused on sustainability is to implement actions from small companies such as universities, which, because of their high diversity of personnel and activities, is an excellent starting point. The implementation of environmental strategies that allow sustainability on university campuses requires a participatory approach through the integration of the different actors (students, professors and administrators), who with their example and competence can raise awareness in their different environments. One of the strategies employed is the Environmental Management Systems (SGA), which allow organizations to obtain multiple benefits and



contribute positively to the environment. In Colombia, there are no studies about SGA in universities and the benefits of adopting them. Due to the above, this work aims to provide information on Colombian public universities in the Andean region that has adopted SGA, or in their absence have incorporated some environmental initiatives. Finally, any of these two strategies is considered a contribution to Environmental Sustainability (SA) in the university campuses.

Keywords

Environmental Management Systems, ISO 14001, Environmental Sustainability, university Campus.

INTRODUCCIÓN

Cada día son más las organizaciones que buscan la manera de entender, aumentar y comunicar su desempeño ambiental [1] y, entre las organizaciones que han tenido y tienen grandes desafíos por afrontar ante la sociedad, se encuentran las universidades, debido al papel elemental que ejercen como formadoras de: los futuros administradores, gerentes, y profesionales, que tomarán importantes decisiones en empresas y organizaciones; y, de quienes más adelante crearán sus propias empresas, ofreciendo sus bienes, productos y/o servicios a la sociedad [2]. Es decir, es la universidad, aquella instructora de quienes serán líderes en un futuro, e impulsarán nuevos paradigmas de la sostenibilidad [3]. Y por tanto, tienen estas instituciones una doble misión: suministrar a los estudiantes las competencias que se requieran para hacer una sociedad más sostenible, al tiempo que, se mitiguen los impactos ambientales negativos productos del dinamismo de la sociedad [4]. De modo que, tienen las IES una tarea importante que permitirá la transformación de las sociedades [5].

Con base en este contexto, muchas universidades en todo el mundo han decidido incorporar la educación para la sostenibilidad ambiental, en sus sistemas, haciendo del Desarrollo Sostenible (DS) uno de los elementos que conforman el marco institucional de sus sistemas, lo cual le da un carácter integral a sus políticas, y permite a las universidades colaborar con otras organizaciones o instituciones, motivándoles a incluir experiencias de sostenibilidad en sus entornos [6].

Tal y como se ha evaluado en anteriores investigaciones, las universidades que implementan en sus procesos, un SGA bien estructurado y fortalecido (En Colombia por ejemplo, los sistemas certificados por la Organización Internacional para la Estandarización, *ISO*) permiten establecer indicadores de SA, lo cual hará posible definir, si los campus universitarios han mejorado su desempeño ambiental, llegando a ser instituciones ambientalmente sostenibles [1].

Es significativa la cantidad de universidades que se han concientizado de los impactos ambientales que sus actividades generan y por la estructura organizacional que poseen, han podido implementar satisfactoriamente SGA. Existen ejemplos en la literatura sobre SGA incorporados, tanto en universidades de otros países [3], [4], [1], [7] [8], [9], [10], como SGA aplicados en universidades colombianas [7], [11]. En cada uno de estos valiosos ejemplos de implantación de SGA en IES, se puede verificar como la educación hacía el DS o la SA ha mejorado en cada una de las instituciones que se mencionan, mediante la implementación de Sistemas de Gestión (SG) [10].



Al pensar en la implementación de un SG en las universidades (a diferencia de las empresas prestadoras de servicios o empresas industriales), la identificación de los servicios o productos y actividades puede tener cierta dificultad, sin embargo, son éstos, elementos que si hacen parte del día a día de las operaciones y acciones diarias en una universidad. Se pueden identificar como productos: los profesionales egresados, profesores e investigadores expertos, apasionados y quizás exitosos, junto con las patentes y startups resultantes. Entre los servicios que frecuentemente se ofrecen en las IES se encuentran aquellos brindados a empresas y administraciones o gobiernos, en temáticas en los que la academia es experta. Todas las acciones que permiten lograr los productos mencionados, y ofertar los servicios institucionales, se aúnan mediante una gran cantidad de actividades de enseñanza, investigación, desarrollo y gestión. Y, la evaluación del desempeño de todas estas actividades es la gran clave para lograr una universidad con un sentido mayor de responsabilidad ambiental y social [4], lo cual les permitirá llegar a ser en el tiempo universidades sostenibles.

A continuación, se desarrollará a lo largo del artículo, la manera en que IES han llegado a ser ambientalmente sostenibles, mediante la incorporación de los SGA en sus sistemas organizacionales, pero, antes de esto, se hará un recuento bibliográfico de los SGA, luego se especificarán detalles de los SGA basados en la ISO 14001: 2015, posteriormente se expondrá la manera en que la implementación de estos SGA ha permitido la sostenibilidad en los campus educativos, y, finalmente se presenta la caracterización de los SGA que se han implementado en las universidades públicas de la región andina colombiana, y el respectivo análisis de esta caracterización.

1. Sistemas de Gestión ambiental

De acuerdo con [12], la Gestión Ambiental Sistémica, es uno de los grandes retos en este siglo, dado que esta tiene en cuenta la influencia directa de los avances tecnológicos de la sociedad moderna y sus intereses económicos sobre la calidad del ambiente y el gran deterioro del entorno natural. Desde que la percepción del medio ambiente ha ido cambiando en el hombre, permitiendo entender el medio ambiente como un sistema, como una totalidad en la que sus componentes están relacionados y son interdependientes, y se ha comprendido que el deterioro ambiental afecta a cada parte y componente del complejo sistema ambiental, ha sido necesario pensar en la forma de “gestionar, manejar y administrar” el medio ambiente, de modo tal que se minimicen los problemas que se hayan presentado a lo largo de los procesos y procedimientos, y lograr un equilibrio en la biosfera. En ese sentido, la Gestión Ambiental es aquella rama de la Gestión empresarial, que profundiza en los temas afines al medio ambiente, y teniendo siempre presente la estructura organizacional, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos, las prácticas, las funciones (planeación, ejecución y control) y los recursos de la empresa, realiza una política ambiental que le permitirá contribuir a la conservación del medio ambiente.

En un inicio, las empresas se involucraron en las problemáticas ambientales mediante actividades individuales e independientes, con tratamientos al final de la etapa. Posteriormente, en los 90, su foco de atención giró hacia la raíz de los impactos ambientales que generaban los procesos productivos, surgiendo allí el enfoque de prevención y proactividad [13]. Fue así como tomó una gran fuerza la tendencia hacia una producción y consumo sostenible, con lo cual surgen también: los consumidores responsables, legislaciones ambientales a nivel nacional e internacional, y convenios o tratados muy



influyentes en los países a nivel ambiental y económico como lo es, el protocolo de Kyoto. Y es así, como el entorno iba exigiendo a las empresas la necesidad de formular objetivos para sus organizaciones que incluyeran la interdependencia existente en sus dimensiones ecológicas, sociales y económicas, es decir, la dimensión ambiental [14].

[15] expresa que, una estrategia ambiental clave que aportará lo mejor para la empresa, es sin duda alguna el desarrollo y la implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA en adelante), bajo una política ambiental con sus objetivos y principios ambientales de acuerdo con el contexto de la empresa. Dichos objetivos que serán revisados continuamente y, a medida que se logren cumplir serán remplazados por nuevos objetivos, la política se verá a su vez transformada. El SGA puede considerarse como una serie de lineamientos, medidas, instrucciones, actividades y acciones que se incorporan en una estructura empresarial, la cual cuenta con recursos, y con responsabilidades establecidas, que están orientadas a la prevención de los impactos negativos que se pudiesen generar con el desarrollo de las actividades, procesos y procedimientos de la compañía, e impulsando acciones que mejoren la calidad ambiental de la organización, a través del cumplimiento de la legislación ambiental vigente, además, se definen a criterio particular, los métodos de documentación, los cuales ponen en evidencia todo su accionar [14]. Una organización que decide implementar un SGA puede tener diferentes fines que persigue, entre ellos, aumentar el conocimiento de su situación ambiental, traer mejoras internas a la organización, y mejorar su imagen corporativa, lo cual le permitirá posicionarse al exterior. Todo esto dará grandes ventajas ambientales a la organización, como: el cumplimiento de la legislación vigente, el ahorro de costes, la mejora de su imagen corporativa y sus relaciones externas, potenciación de las ventas o servicios; es por ello que, cada día son más las organizaciones que se empeñan (procuran) por lograr un buen desempeño y un buen manejo ambiental, esforzándose por controlar los impactos negativos generados en sus actividades, de acuerdo con lo establecido en sus políticas y objetivos ambientales [16], y de esta manera, es posible obtener una certificación que permitirá a la organización la vinculación en los mercados globales, un posicionamiento de su imagen por su compromiso ambiental, y un crecimiento de manera sostenible [17].

2. SGA basados en la ISO 14001

La serie 14000, emanada por la ISO en 1996, bajo la denominación de un estándar internacional de SGA, se ve influenciada históricamente, por la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992, coyuntura en la cual se expuso la necesidad de un compromiso frente a la calidad medioambiental [18]. La transformación evidenciada en los SGA está marcada por la globalización e internacionalización del mercado [19], es por esto que se considera la ISO 14001 como el estándar internacional más popular, y utilizado con mayor frecuencia [20] el cual está diseñado tomando como base el Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) y el mejoramiento de manera continua en la empresa [17].

La adopción de la ISO 14001 se debe en gran medida a las preferencias y presiones ambientales de las partes interesadas, es decir, por su demanda, y en la medida en que las organizaciones pretenden satisfacer las necesidades y expectativas de dichas partes interesadas se adopta la ISO 14001, pues esta evidencia el grado de compromiso con la gestión ambiental, sin dejar a un lado la implicación de los beneficios propios de la organización con su implementación. Además, las políticas ambientales influyen fuertemente



en este aspecto, generando del mismo modo, ciertas presiones conducentes a la realización de SGA, pese a que recientemente, las regulaciones se están viendo como una limitante más que condiciona el accionar voluntario, y que permiten rangos mínimos y máximos de aspectos que generan impactos avalados por la ley. Por otro lado, las empresas deciden adoptar la norma, si los dividendos proyectados en un plazo extenso con dicha certificación son superiores, en comparación con un panorama donde no se presenta tal certificación, es decir, si las fortalezas de su adopción son mayores a la inversión. Asimismo, las implicaciones de costos inherentes a la adopción de la ISO 14001, son un factor determinante, pues las organizaciones con mayor músculo financiero, tienen mayor posibilidad de adopción, y por tanto de certificación. Por otro lado, el hecho de que cierta organización adopte el estándar implica que sus proveedores también lo hagan, pues así lo exige esta norma, razón que influye en que se genere una red constituida por organizaciones con SGA bajo el modelo ISO 14001 [18], [21].

Las motivaciones que llevan a una organización de adquirir la ISO 14001 pueden ser, entre otras: superar las expectativas de las partes interesadas, lograr la internacionalización en términos de incursión en el mercado y adhesión a regulaciones internacionales, la competencia leal que se genera, reconocimiento de producto/servicio, reducción de costos, el requerimiento para hacer parte de la cadena de suministro propia de la organización. [19] Por otro lado, las barreras que se presentan son: por no ser un requisito legal no es considerado algo necesario, tampoco hay incentivos ni apoyo gubernamental, la demanda de clientes o partes interesadas puede ser baja, el costo que implica implantar y mantener un SGA, la generación de una brecha de desventaja competitiva y la falta de competencias en los internos a la organización. Los desafíos a los cuales se enfrenta son: La definición de una política ambiental y el compromiso para el cumplimiento de la misma mediante objetivos y metas trazables y realizables, la creación de procedimientos para monitorear, medir y controlar el desempeño, así como el requerimiento obligatorio de estrategias de documentación del SGA, los costos y el tiempo que requieren la certificación, la participación proactiva de las partes interesadas de la empresa, el liderazgo y la revisión consiente desde la dirección. Las ventajas obtenidas son: Mejora de relaciones con las partes interesadas, así como la imagen y la gestión que realiza la organización, lo cual permite incursionarse en nuevos mercados y generar mayor rentabilidad y producto/servicios competitivos con mejor productividad y ahorro de costos mediante operaciones limpias y efectivas, [13], [22].

La ISO 14001, y su base en los procesos, permite que se identifiquen las particularidades del SGA y exige que se desarrolle la política ambiental a través de objetivos y metas, sobre la estrategia de implementación de programas susceptibles de monitoreo y medición del desempeño de los objetivos planteados y los que esto implica [23], y se tomen acciones para solucionar las anomalías, por medio de la constante retroalimentación del sistema, todo lo anterior bajo el principio flexible de la autodeterminación [21]. El estándar otorga lineamientos para que la organización implemente la mejora continua como un principio [24], con el objeto de llegar a un rendimiento óptimo frente a temas ambientales, lo cual se ve influenciado por la preocupación relacionada a los impactos ambientales a nivel global y el fenómeno del cambio climático, así, la ISO 14001 permite poner en evidencia por parte de las organizaciones que sus procesos son sostenibles, por tanto, se considera que esta norma permite cimentarse sobre el argumento de que induce al logro de los objetivos de DS [19], [25].



3. Requisitos de la ISO 14001:2015, para la implementación de un SGA

La ISO en el 2015 [26] emanó la nueva versión de la Norma (Versión actual), regida por los principios del ciclo PHVA, la cual demuestra estar estructurada de tal manera que facilita su lectura, análisis e interpretación, así como promover su integración con otros sistemas de gestión. En la actualización se contemplan los siguientes requisitos:

- a) Mediante la comprensión de la organización y su contexto, la alta dirección define: el alcance del SGA, las necesidades y expectativas de las partes interesadas, e involucra a cada uno de los procesos y subprocesos, afianzando el compromiso de todas las fichas internas de que conforman la empresa [27].
- b) Se genera la línea base a través la identificación y valoración de aspectos ambientales, bajo la comprensión de la organización y todo lo que esta implica [23].
- c) Se establece la política ambiental, así como los objetivos ambientales con sus respectivas metas, indicadores [28], recursos y responsables (en función de las competencias), siendo estos coherentes con el alcance de la organización y los requerimientos para su cumplimiento.
- d) Se especifican los mecanismos de documentación y comunicación, así como el control de estos, garantizando que estos sean transversales a todos los procesos que integran el SGA, dado que su influencia en la concientización es importante [29].
- e) Se puntualizan las acciones para abordar riesgos y oportunidades.
- f) Se elaboran los procedimientos de operación para cada uno de los procesos y programas que implican la Gestión Ambiental dentro de la organización, así como la preparación de respuesta frente a las emergencias, es decir, se planifican controles procedimentales y operacionales.
- g) Se precisan los programas de gestión ambiental que garantizan el logro de los objetivos ambientales y, por tanto, de la política ambiental y lo que esta involucra.
- h) Se ejecutan los programas asociados a la Gestión Ambiental, teniendo en cuenta lo previamente definido en las metas, apoyándose siempre el principio de comunicación, documentación y control procedimental, operativo, y de infraestructura, con el objeto de identificar y corregir cualquier anomalía relacionada al SGA.
- i) Se realizan auditorías internas para evidenciar el funcionamiento y la madurez alcanzada por el SGA, e implantar las acciones pertinentes o cambios que se consideren necesarios en cuanto los procedimientos u operación de procesos o subprocesos del sistema, dando lugar a la mejora continua, la cual presenta herramientas para lograr identificar retos y oportunidades que potencian el factor de cambio y éxito a nivel empresarial [30], [31].
- j) Se ejecuta la revisión por la dirección: para analizar el desempeño y la tendencia del SGA mediante el uso de indicadores gerenciales u operativos [28] y, verificar la conveniencia de lo planificado frente a la coherencia de lo realizado en cada una de las etapas del ciclo. Posteriormente, se toman las decisiones requeridas en aras de una constante mejora continua, permitiendo de esta manera ampliar el campo de acción de los objetivos de la política ambiental, lo cual indica el logro de un mejor nivel del sistema [24].



El cumplimiento de lo anterior garantiza a las organizaciones lograr el desempeño ambiental deseado, así como el éxito de sus SGA [27], [32].

4. Sostenibilidad Ambiental

Al ser más notable el deterioro ambiental en el planeta, por los efectos visibles de la contaminación atmosférica, la contaminación de suelos, aguas marítimas y continentales, el calentamiento global, la afectación de la capa de ozono estratosférico, y los impactos ambientales negativos que surgen tras el desarrollo de procesos y actividades de las empresas; se ha visto el aumento del interés de los países, por el cuidado y la conservación del medio ambiente, cambiando así la percepción de éste, dejando de lado la idea del medio ambiente como un simple ecosistema, para percibir ahora en conjunto, sus recursos, su valor paisajístico, ecológico, socio-cultural y todas las interrelaciones que se puedan presentar estos factores. Y es esta nueva percepción la que permite que los países decidan establecer límites a tantas acciones que ocasionan desajustes en el ambiente, dado que se ha entendido que el uso racional y sostenible de los recursos naturales y el crecimiento económico están fuertemente vinculados; por lo tanto, deben los estados promover y procurar un crecimiento de manera sostenible que cuide, respete y preserve el medio ambiente [33].

Para que una organización llegue a ser sostenible, debe adoptar una actitud de prevención que le lleve a ser consciente de que incorporar el aspecto ambiental como una variable en su sistema de dirección y gestión empresarial, se considera un aspecto crítico e indispensable [16], [34].

Por otro lado, [35] al pensar en la manera de impulsar el Desarrollo Sostenible (DS en adelante) en las sociedades, las universidades juegan un papel fundamental, por el rol que desempeñan de motor de cambio social y por la enseñanza de nivel superior que ejercen, permite que las sociedades puedan llegar a ser más sostenibles [6]. Por tanto, deben ser las universidades ejemplos de modelo de cambio, formulando y desarrollando acciones, estrategias, proyectos, para “ambientalizar” la institución, tales como: jornadas de sensibilización ambiental, iniciativas de cero papel o consumo de papel responsable, promover el uso de medios de transporte menos contaminantes, el ahorro de los recursos agua y energía, entre otras acciones y estrategias que den sostenibilidad a sus campus y, que permiten ser ejemplo y modelo de aplicación para otras organizaciones y entidades de carácter oficial y privado. Es la participación de las IES en el DS, un elemento clave e indispensable para lograr el cambio de los hábitos y prácticas actuales hacia una sociedad sostenible [3]. Sin embargo, un factor importante para que las sociedades sean orientadas al DS, es que debe existir un trabajo en conjunto, en equipo, donde todos son importantes, tanto docentes, como estudiantes y líderes de las comunidades de todo el mundo, son necesarios para enfrentar los desafíos que se presentan al querer edificar sobre bases establecidas y poder alcanzar sociedades sostenibles [36].

Tanto líderes de comunidades, como docentes y estudiantes que más adelante serán administradores y tomadores de decisiones, son para la sociedad una imagen de referencia, un modelo o ejemplo a seguir, que puede ser o positivo o negativo. Y esto fue comprobado en una Universidad de los Países Bajos, donde se pudo verificar como el comportamiento ambientalmente responsable en las áreas de trabajo o en el hogar, influye en las personas cercanas en ese espacio. Un liderazgo ejemplar y un comportamiento ambientalmente responsable de los líderes, genera impactos muy positivos en las conductas y acciones de las



personas cercanas a ese entorno, de modo que las sociedades y pequeñas comunidades que conforman los hogares, y ciertos lugares de trabajo empiezan a actuar de manera sostenible [37].

Aunque el interés por incorporar el DS en las IES ha sido mayor en Europa que en otras regiones del mundo, cada vez más las universidades se esfuerzan para incorporar en sus sistemas, de manera integral el DS y todo lo afín al medio ambiente. Lo cual equivale, a que, dentro de sus políticas, marcos institucionales, alcances, currículos de educación, investigaciones, experiencias de aprendizaje y recreativas en el campus, reportes e informes institucionales; incluyan siempre el componente ambiental. Al integrar el componente ambiental en cada uno de los elementos mencionados, el DS se dará en las instituciones de manera holística, lo cual traerá mejores y duraderos resultados en los campus educativos [38].

5. Sistemas de Gestión Ambiental en Instituciones de Educación Superior

Al hablar de universidades, los SGA comprometen directamente cualquiera de las dimensiones del sistema universitario, sin embargo, no es una alternativa preferida, aun conociendo sus bondades. Como consecuencia de alto impacto en la esfera social de las IES, el reto al cual se enfrentan es el de ser líderes en la línea de sostenibilidad y el SGA connota la tendencia e incorporación de los principios de sostenibilidad de manera integradora. La incorporación de la participación comunitaria en los SGA produce, además de las mejoras operacionales, el debate sobre la revisión curricular enfocada al DS, identifica los recientes campos de exploración científica, y permite crear un puente de cooperación entre las partes, así como la comunicación, generando un vínculo operación-educación-investigación, bajo el principio de colaboración [4], [39].

Las universidades, en su incursión a la implementación de SGA, han empleado diversos enfoques variables entre sí de manera considerable, incluyendo los modelos certificados (Formales) y no certificados (Informales), de allí surge la concepción de que, los SGA formales se enfatizan en gestionar impactos producto del aspecto operacional. Frente a esto se puede decir, que la diferencia respecto a las empresas es que los factores que impulsan a desarrollar el enfoque SGA no se deben a fuerzas del mercado. Además, la estructura organizacional y de toma de decisiones de las universidades es más compleja. Asimismo, la existencia y firma de rector o administrador de la IES en tratados y declaraciones, representan un compromiso de esta con la gestión ambiental. Por otro lado, la repercusión de la política ambiental se relaciona estrechamente con los aspectos ambientales producidos en el desarrollo de todas sus actividades y cada institución debe diseñar las medidas de gestión, determinando sus interacciones ambientales para la priorización y categorización de su importancia. De igual manera, la disimilitud de roles y responsables respecto a una organización, influyen en la manera como se conciben y organizan los distintos actores: estudiante, personal, facultad, y partes interesadas de la IES. Igualmente, la documentación existente debe ser suficiente para poner en manifiesto, sin tachar en lo excesivo. Finalmente, la estructura propia que sigue la toma de decisiones impide el proceso de revisión desde la dirección, pues está compuesta por múltiples partes, que suele tener un rol trascendente, indistintamente de que la verificación de la política ambiental y la aprobación de los recursos, se realice desde la alta administración [40], [11].

Los SGA en IES tiene como objeto totalizar a los estudiantes, capacitarlos hacia la ética ambiental con enfoque holístico, para cimentarse en el desarrollo práctico que permite



replicar lo conocido en sus hábitos, y ser foco en su futuro entorno laboral. Respecto a las ventajas de la implantación del SGA no se dimensiona en las IES, en términos de: renovar la enseñanza del DS y su investigación, propiciar la participación del cuerpo estudiantil, desarrollar competencias de gestión ambiental, incentivar la inquietud por el medio ambiente y la sostenibilidad en todos los estudiantes, independientemente de su formación, gestionar estudios de caso que integren a la comunidad estudiantil para desarrollar competencias prácticas. Es por ello que se considera que el SGA permite atravesar ese umbral de la academia para conjugarlo con lo social y organizacional, conduciendo los problemas, hacia su solución [41].

Por las propiedades estructurales de las IES, surge el interrogante ¿Un SGA en los campus tiene posibilidad de llegar al éxito? pues la cantidad de barreras que se presentan son múltiples, es por esto que se enlistan una serie de aspectos que representan obstáculos para el buen desarrollo de los SGA: Las IES no tienen claridad sobre su impacto ambiental, el organigrama es complejo, la falta de iniciativa por parte de los miembros de facultad y el talento humano administrativo y técnico, el volumen del personal es abundante, auditorías difíciles de llevar a cabo, la recolección de información es extensa en cantidad y tiempo, los recursos financieros son limitados, el SGA no es una primacía, el apoyo y revisión desde la alta dirección es baja, las competencias del personal no son claras y definidas. Como contraparte se tiene, que todo lo anterior, al ser convertido en aspectos positivos, surgen como motivaciones: Se estimula un buen ambiente laboral y el espíritu de contribución, se ampliación del espectro de conocimiento, hay interés por parte de facultad, personal, estudiantes y directivas, credibilidad, se despierta el interés particular hacia la conciencia ambiental y la responsabilidad social [42], [43].

6. Estado de los SGA en las Universidades públicas de la Región andina colombiana

6.1. Análisis de las universidades de la región andina colombiana

A continuación, se condensa el análisis del estado actual de cada una de las universidades que se localizan dentro de la región andina colombiana (Tabla I), en la cual se relaciona y clasifica la información consultada de cada una de las IES, y a partir de allí es posible determinar las Universidades que cumplen con el requisito de contar con SGA.

Como variables en la Tabla I se tienen:

- SGA bajo la ISO 14001:2015, dentro de la cual entran las universidades que estén en proceso de transición a este sistema, o este iniciando el proceso de implementación.
- SGA bajo la ISO 14001:2004, donde clasifican las universidades que aún cuentan con sistema bajo esta norma.
- Alguna iniciativa de gestión ambiental, parámetro el cual se calificó teniendo en cuenta como mínimo algún programa o plan en la línea ambiental, así como proyectos, bajo la misma temática.
- No se aplica Gestión Ambiental, dentro de la cual se clasifican las universidades que definitivamente no evidencian ni siquiera un plan, programa o proyecto ambiental.
- Otros Sistemas de Gestión, categoría en la cual entran las universidades, qué pese a que no cuenten con sistema de gestión ambiental, tiene implantado algún otro sistema basado en procesos.



- Observaciones, donde se mencionan particularidades de la gestión ambiental de las IES.

TABLA I. CLASIFICACIÓN DE LAS IES DEL ÁREA ANDINA COLOMBIANA FRENTE A LA GESTIÓN AMBIENTAL

Información de la Gestión Ambiental de cada IES	SGA bajo ISO 14001: V.2015		SGA bajo ISO 14001: V.2004		Alguna iniciativa de Gestión Ambiental	No se aplica Gestión Ambiental	Otros Sistemas de Gestión		Observación
	Certificada		Certificada				Certificado		
	Sí	No	Sí	No			Sí	No	
IES de la región andina Colombiana									
1. Colegio Mayor de Antioquia (COLMAYOR) (Medellín)		X							
2. Universidad de Antioquia (UDEA) (Medellín)					X				SGA bajo ninguna norma
3. Universidad Nacional de Colombia (UNAL) (Medellín)					X				SGA bajo ninguna norma
4. Politecnico Colombiano Jaimes Isaza Cadavid (Medellín)			X						
5. Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) (Medellín)				X					
6. Institución Universitaria de Envigado (IUE) (Envigado)					X				
7. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) (Tunja)			X						
8. Universidad de Caldas (Manizales)					X				
9. Universidad Nacional de Colombia (UNAL) (Manizales)			X						
10. Colegio Integrado Nacional Oriente de Caldas (CINOC) (Pensilvania)						X			
11. Escuela de Comunicaciones (ESCOM) (Facatativá)						X			
12. Escuela Militar de Suboficiales Sgto. Inocencio Chincá (EMSUB) (Nilo)						X		X	
13. Escuela de Suboficiales de la Fza. Aérea Colombiana (ESUFA) (Madrid)						X		X	
14. Universidad de Cundinamarca (Fusagasugá - Girardot - Ubate)					X		X		
15. Escuela Superior de Administración Pública (ESAP)						X		X	
16. Universidad Nacional de Colombia (UNAL)		X							
17. Universidad Distrital Francisco José de Caldas					X				SGA bajo ninguna norma
18. Universidad Militar Nueva Granada (UMNG)			X						
19. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)		X							
20. Universidad Pedagógica Nacional					X				SGA bajo ninguna norma
21. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca					X				
22. Universidad Surcolombiana (USCO) (Neiva)					X				SGA bajo ninguna norma



Información de la Gestión Ambiental de cada IES	SGA bajo ISO 14001: V.2015		SGA bajo ISO 14001: V.2004		Alguna iniciativa de Gestión Ambiental	No se aplica Gestión Ambiental	Otros Sistemas de Gestión		Observación
	Certificada		Certificada				Certificado		
	Sí	No	Sí	No			Sí	No	
IES de la región andina Colombiana									
23.	Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS) (Cúcuta)				X			X	
24.	Universidad de Pamplona (UP) (Pamplona)					X			
25.	Universidad del Quindío (Armenia)					X			
26.	Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) (Pereira)				X			X	
27.	Universidad Industrial de Santander (UIS) (Bucaramanga)				X				SGA bajo ninguna norma
28.	Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) (Bucaramanga)				X		X		
29.	Universidad del Tolima (UT) (Ibagué)					X		X	
30.	Conservatorio del Tolima (Ibagué)					X		X	
31.	Instituto Tolimense de Formación Técnica Profesional (ITFIP) (Espinal)					X	X		

Fuente: Autor(es)

6.2. Universidades con SGA bajo la ISO 14001:2015

Teniendo en cuenta lo dispuesto en la Tabla I, en la tabla II se discrimina la información referente a las universidades que tienen un SGA bajo la NTC ISO 14001:2015, y se compara frente a los requisitos que contiene la norma y que son susceptibles de ser encontrados y analizados en los SGA habitualmente.

TABLA II. IES CON SGA ISO 14001:2015 EN EL ÁREA ANDINA COLOMBIANA

IES con SGA ISO 14001:2015	COLMAYOR (Medellín)	UNAL (Sede Bogotá)	UNAD (Sede Bogotá)	Universidad de Pamplona (Pamplona)	Universidad de Quindío (Armenia)
Requisitos visibles de la ISO 14001:2015					
4. Contexto de la organización					
Mapa de procesos	X	X	X		X
Identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales	X	X	X		
5. Liderazgo					
5.2. Política ambiental	X	X	X	X	X
6. Planificación					
6.2. Objetivos ambientales o integrales (Planificación para lograrlos)	X	X	X		X
7. Apoyo					



7.3. Toma de conciencia	X	X	X		
7.4. Comunicación	X	X	X		
7.5. Información documentada	X	X	X		
8. Operación					
8.1. Planificación y control operacional	X	X	X		
8.2. Preparación y respuesta ante emergencia	X		X		
9. Evaluación de desempeño					
9.1. Seguimiento, medición, análisis y evaluación	X	X	X		
9.2. Auditoría interna	X	X	X		
9.3. Revisión por la dirección			X	X	X
10. Mejora					
10.2. No conformidad y mejora continua	X	X	X		

Fuente: Autor(es)

De la anterior tabla (Tabla II), se puede inferir lo siguiente:

En la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia (COLMAYOR) el proceso de Gestión Ambiental (G.A) pertenece a “Mejoramiento de la gestión integral” de los Procesos Estratégicos, del organigrama de la Institución. Forma parte del SGI, y la política, así como objetivos que presenta con integrales, y cumplen puntualmente con los aspectos que deben contener una política y objetivos en el marco de un sistema de gestión basado en las ISO. Dentro de sus falencias se encuentra que no se evidencia informe desde la dirección de la institución sobre el desempeño del SGA, pero se presenta un informe de gestión realizado por el líder del proceso de G.A de COLMAYOR Un aspecto positivo es que se cuenta con un aplicativo denominado “*isolucion*”, el cual permite ser consultado por pertenecientes a la comunidad universitaria, así como externos interesados en la consulta de su SGI [44].

En la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) Sede Bogotá, donde la G.A pertenece a “desarrollo organizacional” de los procesos estratégicos, está integrada en el Sistema Integrado de Gestión Académica, Administrativa y Ambiental (SIGA). Para el SIGA no se cuenta con un informe de Gestión (Desde dirección de la institución, ni por parte del líder o coordinar del proceso del SIGA), no se evidencia comunicación desde allí hacia la comunidad estudiantil por medio digitales y electrónicos, donde indique los éxitos o limitaciones de componente Ambiental dentro del SIGA. Tampoco existe información referente a la preparación y respuesta ante emergencias. Un aspecto positivo es que, la identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales llevada a cabo por la UNAL dio lugar para elaborar los procedimientos propios para realizar dicha actividad, bajo una metodología particular generada por un grupo técnico de trabajo, bajo la premisa de que se cuenta con los medios y la información para realizar una caracterización realmente objetiva, para lo cual las metodologías conocidas y avaladas, no se requerían. [45], [46].

En la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (UNAD), demuestra contar con un Sistema detalladamente planificado, el cual cuenta con un manual para el SGI, y un manual particular



para el SGA actualizado y vigente, el cual detalla cada uno de los requisitos y el proceder regular respectivo a cada requisito. Para localizar la información, se puede hacer fácilmente desde la página oficial de la IES [47], [48], [49].

En cuanto a la Universidad de Pamplona (UNIPAMPLONA), mantiene su G.A en la Oficina de Planeación, Oficinas administrativas. Mediante el acuerdo 004 del 03 de febrero de 2015, se adoptó la política ambiental con sus principios rectores y los programas que la implementan. Adicionalmente, se encuentra en el informe de gestión con vigencia del 2017 de manera general el avance positivo de la implementación del SGA, pero la información no está disponible para su consulta, es por esto que no se pueden calificar en su totalidad los requisitos de la norma, en esta IES [50], [51], [52], [53].

En la Universidad de Quindío (UNIQUINDIO) la G.A esta adherida a “Planeación estratégica” del Macroproceso estratégico. La estructura del SIG se modifica mediante la resolución 3375 del 15 de agosto de 2017, con el fin de incluir el SGA bajo la ISO 14001:2015, sin embargo, la información que a este respecta no se encuentra disponible para su consulta, por tanto, no se pueden evaluar todos los requisitos de la norma en esta IES. Aspecto positivo, en el 2017, el informe de gestión desde la dirección manifiesta interés por la implementación del SGA. La política es integral pero no involucra explícitamente lo ambiental, los objetivos son integrales y excluye lo ambiental [54], [55].

CONCLUSIONES

- ✓ Independientemente del estándar empleado para la Gestión Ambiental universitaria, no es el SGA quien condiciona necesariamente el desempeño ambiental y la mejora de este, inclusive se considera que depende de las Universidades y de la manera como estas lo implementen, que se determina dicho desempeño; sin embargo en múltiples argumentos se plantea que la perspectiva integral y sistémica es la más acertada al adoptar estrategias ambientales, debido a que propicia entornos de enseñanza, aprendizaje, retroalimentación y empoderamiento, dada la misión que tienen las IES frente al DS.
- ✓ Frente al análisis que es posible extraer de las IES de la región andina colombiana, un porcentaje muy bajo está actualizado en los procesos vigentes de implementación de SGA formales, especialmente bajo la ISO 14001, otra porción un poco mayor ha incursionado en las iniciativas ambientales mediante programas aislados, y una porción intermedia no aplica ninguna medida ambiental, lo cual permite concluir que, las universidades públicas requieren transformar los obstáculos que impiden la implementación de estrategias ambientales, en motivaciones, y finalmente recibir las bondades de la adopción de un SGA, sea informal o formal, pero especialmente, para ser los generadores de una ética ambiental que trascienda las fronteras del sistema educativo, y lleve a la sociedad la Sostenibilidad Ambiental que requiere para mantener el equilibrio y la vida de futuras generaciones.
- ✓ Cuando las Universidades que han incorporado Iniciativas Ambientales y/o han adoptado SGA, complementan todas sus acciones con estrategias educativas eficaces, se garantiza



un Campus educativo Sostenible que contribuye con la conservación del medio ambiente, causa a la que todas las organizaciones deberían sumarse.

REFERENCIAS

- [1] V. G. Lo-Iacono-Ferreira, S. F. Capuz-Rizo, and J. I. Torregrosa-López, “Key Performance Indicators to optimize the environmental performance of Higher Education Institutions with environmental management system – A case study of Universitat Politècnica de València,” *J. Clean. Prod.*, vol. 178, pp. 846–865, 2018.
- [2] N. Cornelius, J. Wallace, and R. Tassabehji, “An analysis of corporate social responsibility, corporate identity and ethics teaching in business schools,” *J. Bus. Ethics*, vol. 76, no. 1, pp. 117–135, 2007.
- [3] M. D. M. Alonso-Almeida, F. Marimon, F. Casani, and J. Rodriguez-Pomeda, “Diffusion of sustainability reporting in universities: Current situation and future perspectives,” *J. Clean. Prod.*, vol. 106, pp. 144–154, 2015.
- [4] A. Disterheft, S. S. Ferreira Da Silva Caeiro, M. R. Ramos, and U. M. De Miranda Azeiteiro, “Environmental Management Systems (EMS) implementation processes and practices in European higher education institutions - Top-down versus participatory approaches,” *J. Clean. Prod.*, vol. 31, pp. 80–90, 2012.
- [5] M. Barth and M. Rieckmann, “Academic staff development as a catalyst for curriculum change towards education for sustainable development: An output perspective,” *J. Clean. Prod.*, vol. 26, no. 2012, pp. 28–36, 2012.
- [6] T. B. Ramos, S. Caeiro, B. Van Hoof, R. Lozano, D. Huisigh, and K. Ceulemans, “Experiences from the implementation of sustainable development in higher education institutions: Environmental Management for Sustainable Universities,” *J. Clean. Prod.*, vol. 106, pp. 3–10, 2015.
- [7] C. Camacho Delgado, “Propuesta de Implementación de un sistema de gestión ambiental para campus universitario,” *Poliantea*, vol. 2, no. 3, pp. 21–43, Jul. 2005.
- [8] Y. León-Fernández, A. Gomera, M. Antúnez, B. Martínez-Esrich, F. Villamandos, and M. Vaquero, “Enhancing environmental management in universities through participation: the case of the University of Córdoba,” *J. Clean. Prod.*, vol. 172, pp. 4328–4337, Jan. 2018.
- [9] X. Yuan, J. Zuo, and D. Huisigh, “Green Universities in China - What matters?,” *J. Clean. Prod.*, vol. 61, pp. 36–45, 2013.
- [10] T. Holm, T. Vuorisalo, and K. Sammalisto, “Integrated management systems for enhancing education for sustainable development in universities: A memetic approach,” *J. Clean. Prod.*, vol. 106, pp. 155–163, 2015.
- [11] V. E. Flor Zorrilla, H. E. Pereira Souza, and A. López Astudillo, “Hacia un modelo de gestión ambiental en instituciones de educación superior,” *Ingenium*, vol. 8, no. 22, pp. 53–63, Dec. 2014.
- [12] L. Vega Mora, *GESTIÓN AMBIENTAL SISTÉMICA. Un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública empresarial y ciudadana en el ámbito estatal*. 2001.
- [13] J. A. De Oliveira, O. J. Oliveira, A. R. Ometto, A. S. Ferraudó, and M. H. Salgado, “Environmental Management System ISO 14001 factors for promoting the adoption of Cleaner Production practices,” *J. Clean. Prod.*, vol. 133, pp. 1384–1394, 2016.
- [14] I. Heras and M. Casadesús, “Los estándares internacionales de sistemas de gestión



- Pasado , presente y futuro,” *Bol. ICE Económico* n° 2876, pp. 45–62, 2006.
- [15] M. Lorenzo, “Marketing ecológico y sistemas de gestión ambiental: conceptos y estrategias empresariales,” *Rev. Galega Econ.*, vol. 11, no. 2, pp. 1–25, 2002.
- [16] A. García Álvarez and Y. Suarez Pérez, “Diseño e implementación del sistema de gestión ambiental en la Droguería La Habana,” *Rev. Cuba. Farm.*, vol. 48, no. 2, pp. 405–415, 2014.
- [17] S. C. Escobar Cárdenas, “Realidad de los Sistemas de Gestión Ambiental,” *Sotavento M.B.A.*, no. 13, pp. 68–79, Jun. 2009.
- [18] K. Nishitani, “Demand for ISO 14001 adoption in the global supply chain: An empirical analysis focusing on environmentally conscious markets,” *Resour. Energy Econ.*, vol. 32, no. 3, pp. 395–407, 2010.
- [19] M. A. Massoud, R. Fayad, M. El-Fadel, and R. Kamleh, “Drivers, barriers and incentives to implementing environmental management systems in the food industry: A case of Lebanon,” *J. Clean. Prod.*, vol. 18, no. 3, pp. 200–209, 2010.
- [20] F. Testa, I. Heras-Saizarbitoria, T. Daddi, O. Boiral, and F. Iraldo, “Public regulatory relief and the adoption of environmental management systems: a European survey,” *J. Environ. Plan. Manag.*, vol. 59, no. 12, pp. 2231–2250, 2016.
- [21] T. H. Arimura, N. Darnall, R. Ganguli, and H. Katayama, “The effect of ISO 14001 on environmental performance: Resolving equivocal findings,” *J. Environ. Manage.*, vol. 166, pp. 556–566, 2016.
- [22] A. Mazzi, S. Toniolo, M. Mason, F. Aguiari, and A. Scipioni, “What are the benefits and difficulties in adopting an environmental management system? The opinion of Italian organizations,” *J. Clean. Prod.*, vol. 139, no. September 2015, pp. 873–885, 2016.
- [23] A. Rodríguez, “Definición de programas de gestión ambiental y controles operacionales bajo el enfoque de ISO 14001,” *Cegesti*, no. 158, pp. 1–4, 2011.
- [24] M. A. C. Brouwer and C. S. A. (Kris. van Koppen, “The soul of the machine: continual improvement in ISO 14001,” *J. Clean. Prod.*, vol. 16, no. 4, pp. 450–457, 2008.
- [25] H. K. Salim *et al.*, “Global trends in environmental management system and ISO14001 research,” *J. Clean. Prod.*, vol. 170, pp. 645–653, 2018.
- [26] Icontec Intenacional, *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001*, no. 571. 2015.
- [27] F. de O. Neves, E. G. Salgado, and L. A. Beijo, “Analysis of the Environmental Management System based on ISO 14001 on the American continent,” *J. Environ. Manage.*, vol. 199, no. 2, pp. 251–262, 2017.
- [28] L. M. S. Campos, D. A. De Melo Heizen, M. A. Verdinelli, and P. A. Cauchick Miguel, “Environmental performance indicators: A study on ISO 14001 certified companies,” *J. Clean. Prod.*, vol. 99, pp. 286–296, 2015.
- [29] K. Sammalisto and T. Brorson, “Training and communication in the implementation of environmental management systems (ISO 14001): a case study at the University of Gävle, Sweden,” *J. Clean. Prod.*, vol. 16, no. 3, pp. 299–309, 2008.
- [30] J. Yáñez and R. Yáñez, “Auditorías, Mejora Continua y Normas ISO: factores clave para la evolución de las organizaciones,” *Ing. Ind. Actual. y Nuevas Tendencias*, vol. 3, no. 9, pp. 83–92, 2012.
- [31] R. Perez Uribe and A. Bejarano, “sistema de gestión ambiental: serie ISO 14000,” *Rev. Esc. Adm. negocios*, vol. 62, no. 62, pp. 89–105, 2008.
- [32] V. Ferrón Vilchez, “The dark side of ISO 14001: The symbolic environmental behavior,” *Eur. Res. Manag. Bus. Econ.*, vol. 23, no. 1, pp. 33–39, 2017.



- [33] J. A. Fraguera Formoso, L. Carral Couce, G. Iglesias Rodríguez, A. Castro Ponte, and M. J. Rodríguez Guerreiro, “La integración de los sistemas de Gestión. Necesidad de una nueva cultura empresarial,” *Dyna*, vol. 78, no. 167, pp. 44–49, May 2011.
- [34] D. Prajogo, A. K. Y. Tang, and K. H. Lai, “Do firms get what they want from ISO 14001 adoption?: An Australian perspective,” *J. Clean. Prod.*, vol. 33, pp. 117–126, 2012.
- [35] A. Gomera Martínez, “LA CONCIENCIA AMBIENTAL COMO HERRAMIENTA PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL : CONCLUSIONES Y REFLEXIONES DE UN ESTUDIO EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO Antonio Gomera Martínez,” p. 2, 2008.
- [36] R. Lozano, R. Lukman, F. J. Lozano, D. Huisinsh, and W. Lambrechts, “Declarations for sustainability in higher education: Becoming better leaders, through addressing the university system,” *J. Clean. Prod.*, vol. 48, pp. 10–19, 2013.
- [37] V. Blok, R. Wesselink, O. Studynka, and R. Kemp, “Encouraging sustainability in the workplace: A survey on the pro-environmental behaviour of university employees,” *J. Clean. Prod.*, vol. 106, pp. 55–67, 2015.
- [38] R. Lozano *et al.*, “A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: Results from a worldwide survey,” *J. Clean. Prod.*, vol. 108, pp. 1–18, 2015.
- [39] A. Carolina, M. Niño, and J. F. Herrera Romero, “LA FORMACIÓN AMBIENTAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UNA REVISIÓN NECESARIA,” *Luna Azul*, vol. 39, pp. 186–206, 2014.
- [40] A. Clarke and R. Kouri, “Choosing an appropriate university or college environmental management system,” *J. Clean. Prod.*, vol. 17, no. 11, pp. 971–984, 2009.
- [41] A. J. D. Ferreira, M. A. R. Lopes, and J. P. F. Morais, “Environmental management and audit schemes implementation as an educational tool for sustainability,” vol. 14, pp. 973–982, 2006.
- [42] K. R. O. Vieira, R. A. G. Battistelle, B. S. Bezerra, R. de Castro, C. J. C. Jabbour, and R. M. Deus, “An exploratory study of environmental practices in two Brazilian higher education institutions,” *J. Clean. Prod.*, vol. 187, pp. 940–949, 2018.
- [43] M. J. Bastante-Ceca, R. V. Cebolla, D. Collado-Ruiz, and B. Pacheco-Blanco, “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EMPLEADOS EN LAS UNIVERSIDADES,” pp. 918–929, 2012.
- [44] Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia and E. D. Moreno, “Informe de gestión del proceso Gestión Ambiental,” 2017. [Online]. Available: http://docs.wixstatic.com/ugd/0e962e_8bbe6a811c44495d9cca4d53c22ac49e.pdf.
- [45] Universidad Nacional de Colombia, “Manual del Sistema Integrado de Gestión – UN 2017,” 2017. [Online]. Available: http://unal.edu.co/fileadmin/user_upload/SIGA/20171027-Manual_SIGA-Rev.pdf.
- [46] Universidad Nacional de Colombia, “Informe de compra sostenible.” [Online]. Available: <http://oga.bogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2018/01/Compra-sostenible.pdf>.
- [47] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, “Manual del Sistema Integrado de Gestión,” 2017. [Online]. Available: <https://sig.unad.edu.co/documentacion/manual-integrado-de-gestion>.
- [48] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, “Manual del componente de Gestión Ambiental del SIG,” 2018.



- [49] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, “Aspectos Ambientales Significativos.” [Online]. Available: <https://sig.unad.edu.co/gestion-ambiental/aspectos-ambientales-significativos>.
- [50] Oficina de Planeacion - Universidad de Pamplona - Sistema de Gestión Ambiental - SGA, “Sistema de Gestión Ambiental.” [Online]. Available: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_71/recursos/planeacio_nv2/12102017/sga.jsp.
- [51] Universidad de Pamplona and I. Torres Chávez, “Informa de Gestión Vigencia 2017,” 2018.
- [52] Universidad de Pmaplona, “Resolución 601 de 03 de agosto de 2017,” 2017. [Online]. Available: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_71/recursos/planeacio_nv2/12102017/resolucion601sga.pdf.
- [53] Universidad de Pamplona, “Acuerdo 004 de 03 de febrero de 2015,” 2015. [Online]. Available: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_71/recursos/planeacio_nv2/06102017/acuerdo004sga.pdf.
- [54] Universidad de Quindio, “Sistema Integrado,” 2017. [Online]. Available: <https://www.metrodemedellin.gov.co/Viajeconnosotros/SistemaIntegrado.aspx>.
- [55] Universidad de Quindio, “Sistema Integrado de Gestión.” [Online]. Available: https://www.uniquindio.edu.co/publicaciones/sistema_integrado_de_gestion_1_pub.



CAPÍTULO 2

RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL DE LA MINERÍA AURÍFERA EN COLOMBIA DE ACUERDO CON LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA ISO 26000: 2010 CON UNA MIRADA AL POSCONFLICTO

Deisy Karime Montalvo Jaimes* y Natalia María López Suárez**

*deisykarimemj@ufps.edu.co **nataliamarials@ufps.edu.co

Resumen

La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es un instrumento descrito en la ISO 26000:2010 que tiene como fundamento forjar herramientas para efectuar procedimientos socialmente responsables para la ejecución de operaciones específicas de cada organización. La estrategia para generar una RSE es plasmar un acuerdo social y medioambiental en concordancia con la normatividad vigente nacional, la cual está influenciado por las labores, actividades e intereses de cada organización. El presente artículo explora la importancia de la ejecución de la RSE en la minería aurífera colombiana, debido al alto impacto de sus procesos sobre el medio ambiente y las comunidades en la zona de influencia del proyecto. También se mencionan algunas estrategias y programas de las compañías mineras más importantes del país, los cuales son analizados para determinar las oportunidades y utilidades en la aplicación de este tipo de políticas organizacionales. Finalmente se expone sobre el compromiso que afrontan las organizaciones extractivas en cara al período del posconflicto en Colombia.

Palabras clave: ISO 26000, Responsabilidad Social Empresarial, minería aurífera, posconflicto, desarrollo sostenible.

Abstract

Corporate Social Responsibility (CSR) is an instrument described in ISO 26000: 2010, which is based on forging tools to carry out socially responsible procedures for the execution of specific operations of each organization. The strategy to generate a CSR is to translate a social and environmental agreement following the current national regulations, which is influenced by the work, activities and interests of each organization. Due to the high impact on the environment and local communities in the area of influence, this work explores the importance of the execution of CSR in Colombian gold mining projects. We also mentioned some strategies and programs for the most important mining companies in the country. These strategies are analyzed to understand the opportunities in their application. Finally, it is exposed on the commitment that the extractive organizations face in the face of the post-conflict period in Colombia.

Keywords: ISO 26000, Corporate Social Responsibility, gold mining, post-conflict, sustainable development.



INTRODUCCIÓN

El concepto de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es relativamente nuevo y se enlaza con el compromiso que tienen todas las organizaciones que por sus acciones y decisiones puedan generar algún impacto dentro de sus instituciones, comunidades y en el entorno, sin dejar de lado los beneficios de los asociados y de aquellos para los que la compañía brinda bienes y servicios [1]. Este concepto tiene sus orígenes a partir de los años 70 del siglo pasado surgiéndose como una nueva alternativa de gestión organizacional en sociedades industriales de pequeñas y grandes empresas, contexto que en la década de los 90 fue introducido en el escenario latinoamericano bajo un concepto económico [2].

La Responsabilidad Social Empresarial se encuentra aplicado en cuatro aspectos diferentes: social, económico, laboral y ambiental, contornos específicamente examinados en gran parte de las moderaciones jurídicas [3], además cuenta con algunos instrumentos de apoyo; uno de ellos es el Pacto Global de las Naciones Unidas, “Un instrumento donde promueve la responsabilidad de las organizaciones con el fin de asegurar la responsabilidad global de las compañías” [4], otro son los Principios Voluntarios de Seguridad y Derechos Humanos (PV), estos son instrumentos asociados a la protección de las comunidades especiales en su territorio [5], Un tercero son Los lineamientos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) cuyo propósito es el desarrollo de estrategias empleadas a obtener el mayor aumento financiero y oportunidad de cargos permitidos [6], y por último se cuenta con Estándares de Desempeño de la Corporación Financiera Internacional (CFI) que es un cuadro efectivo para la apreciación y protección socio-ambiental [7].

Continuando en la línea de la RSE, La Organización Internacional de Normalización (ISO) publica en noviembre del 2010 de manera oficial la norma ISO 26000 denominada “Guía de apoyo a la Responsabilidad Social” [8], teniendo como finalidad brindar orientación y apoyar a todos los tipos de entidades a favorecer el entorno y las sociedades que lo habitan. [9]. La ISO 26000 anima a que cada entidad aplique de manera responsable el uso de esta norma internacional, y que cualquier usuario pueda emplear este estándar para mejorar las prácticas existentes e integrar la responsabilidad social en la organización [10]. Esta norma está creada para ser aplicada en toda clase de institución ya sea en el sector privado o público, o en instituciones sin ánimo de lucro, sin importar su tamaño y ubicación [11], en este caso la intención de este artículo es profundizar sobre la RSE en la minería aurífera.

Por consiguiente, la minería se define como una actividad económica que comprende la exploración, explotación y aprovechamiento de minerales mediante actividades subterráneas encaminadas al proceso de una peña o una piedra [12], a su vez [13] precisa a la minería como una reserva originaria de componentes susceptibles de beneficio económico.

Actualmente, la producción en el sector minero se impulsa con gran firmeza en el territorio, siendo esta una de las laboriosidades financieras más significativas en ciertos países, donde el aprovechamiento de minerales se ejecuta en mayor proporción a cielo abierto [14], en cuanto a la extracción del oro, se define este material como un elemento con poca reactividad



química, y es probable hallarlo como un metal puro con aspecto de semillas grandes en los arroyos de ríos, colinas, e inclusive en océanos y lagos, donde normalmente se localiza en mínimas fijaciones en ciertos minerales como rocas metamórficas, pizarra, franjas de sílice, y acumulaciones aluviales.

Los primeros grupos en realizar la actividad aurífera fueron los indígenas, utilizando materiales de madera y piedra, después fueron los españoles, utilizando instrumentos como trituradores de piones y de arrastre. Adicionalmente, El proceso de obtención del oro tiene unas apreciaciones significativas en Colombia, muchas veces se realiza para el sostenimiento, y por consiguiente se acude a métodos recurrentes que crean un impacto ambiental negativo. En cuanto a la actividad de la extracción aurífera existen 3 técnicas primordiales que son utilizadas mundialmente [15]: 1) El Bateo, una herramienta que permite lavar sedimentos del fluido para separar los minerales livianos y agrupar los minerales pesados [16], 2) La extracción con cianuro, que consiste básicamente en la trituración, molienda y amalgamación para lograr el oro separado [16]. Y 3) La amalgamación con mercurio, utilizado para obtener la separación del metal valioso de la franja rocosa [17]. Por ello, el uso de los químicos como el cianuro y mercurio para la obtención del oro concurre en forma significativa sobre el daño del recurso hídrico y la pérdida de la fauna marina. Así mismo, los impactos generados por otros metales pesados son difícilmente detectados, ya que los métodos especiales de estudio son complejos y valiosos y solo deben ser manipulados por laboratorios experimentados y especializados [18].

En el sector minero no es sencillo operar el orden económico ambiental y social, ya que no existe una remuneración o satisfacción por parte de los trabajadores hacia el entorno, en el que el deterioro ambiental causado por la explotación y exploración del oro es más grande que los actos de moderación o reparación ejecutadas, y la relación costo/beneficio es más impulsada a la ayuda del trabajador. Lo dicho anteriormente, es debido a la falta de apoyo de los mandos correspondientes y al descuido social, económico y cultural donde están vinculadas otras zonas mineras, el cual la única posibilidad de labor es la explotación minera [19]. Por ende, muchas organizaciones han optado por mejorar las buenas prácticas en sus labores, implementando la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) como una alternativa que contribuya una minería responsable, con altos esquemas sociales y ambientales promoviendo el desarrollo sostenible. En ese sentido, los desafíos del sector involucran a la industria minera, al régimen (territorial y nacional) y a toda la comunidad [20].

Finalmente, con el desarrollo de esta investigación, se pretende aportar una base de conocimiento sobre la percepción ambiental en la Responsabilidad Social Empresarial en la minería aurífera en Colombia, mediante la determinación de los elementos que permitan dicha gestión, según los lineamientos del modelo NTC-ISO 26000.

Responsabilidad social empresarial

Actualmente se ha visto una tendencia a nivel internacional de las organizaciones para tomar con mayor seriedad los impactos que sus procesos y operaciones acarrear en el medio,



afectando las comunidades. Esta preocupación de las empresas ha dado como resultado la creación de estándares internacionales trazados para suministrar ordenanzas sobre los requerimientos y regímenes básicos sobre cómo las empresas deben ejercer [21].

Uno de estos estándares es la norma internacional ISO 26000 la cual provee una guía a las compañías sobre las formas de construir un proceder socialmente responsable en los procesos, estrategias, y prácticas dentro de las organizaciones; a diferencia de sus normas hermanas, esta no contiene obligaciones o requerimientos a los que deseen aplicarla, por lo tanto, dentro de su vocabulario no se encuentra el requisito “debe” y es reemplazado por las palabras “debería”, “puede”, “podría”. Esta norma inspira a las organizaciones a realizar acciones que rompan las barreras del exclusivo requisito legal. Así mismo la norma procura contribuir a los diferentes instrumentos e iniciativas afines a la responsabilidad social mas no sustituirlos. Es importante aclarar que esta norma no se considera perteneciente a los sistemas de gestión por lo tanto su intención no es certificar [22].

En Colombia se encuentra la Guía Técnica Colombiana GTC 180, donde se dispone que la Responsabilidad Social Empresarial es un acuerdo libre y deliberado que las organizaciones aceptan en cara a los intereses y expectativas que se conciben con las partes interesadas ante los impactos que sus arbitrajes y dinanismos ocasionan en el medio ambiente, mediante una actuación limpia y ética donde se favorezca el desarrollo sostenible mediante lo social y económico; promoviendo la equidad y la inclusión social, respetando los derechos humanos y los recursos naturales al emprender una compensación los daños o efectos ocasionados por sus actividades [23].

En la RSE la ética se constituye como un pilar en el compromiso corporativo de las organizaciones donde las acciones y los procesos deben contribuir al bienestar social lo que se considera como un deber moral de los negocios [24]. Como sostiene Solano (2014) la adopción de la Responsabilidad Social Empresarial les concierne a todas las personas, donde son las empresas los formuladores y ejecutores de los distintos requisitos exigidos por la RSE. Es importante aclarar que este instrumento puede ser adaptado a todo tipo de organización, sin implicar sus particularidades, su dimensión, su propiedad pública o privada, así como su razón social pues estos factores no son obstáculo para su implementación [25].

Se encontró en [23] que las partes interesadas o stakeholders, son aquellos conjuntos de involucrados que afectan o se ven afectados por los procesos de una organización, llámense directivos, socios, líderes, propietarios, gremios, aliados, comunidades, clientes, Estado, competidores, proveedores trabajadores y sus familias. Como establece en [25] lo pertinente para aplicar una RSE está en establecer los stakeholders, estos tienen el derecho a ser percibidos como miembros de una organización y es responsabilidad de la RSE dar una remediación o compensación de las acciones realizadas que involucran a estos. Es entonces que se debe comprender que una empresa hace parte de un conjunto de relaciones económicas que tienen como fin trascender en los individuos de cada estructura empresarial y la sociedad en conjunto. Una empresa puede interpretarse en sí como un actor social, donde su principal



fin es el incrementar ganancias para los accionistas, pero es asimismo garante de los intereses de los múltiples conjuntos con los que se relaciona.

Es sustancial para las organizaciones comprender que no se deben crear conjeturas sobre que las partes interesadas solo son las personas que se encuentran en influencia directa y geográfica con el proyecto; por el contrario, se debe considerar las identidades locales, regionales, nacionales y globales de las partes interesadas, lo que apoya la primicia de que la adecuada ejecución de una RSE es un deber moral de las empresas con la nación y el mundo [24].

Responsabilidad social empresarial en la minería

En Colombia, la definición de Responsabilidad Social Empresarial se convierte en una apreciación primordial para la sociedad, en el sentido de ser una representación íntegra que funciona para examinar no sólo las actuaciones que las empresas tienen con las comunidades en donde laboran, sino además en su praxis y sus propósitos [26].

Los problemas ambientales asociados a la minería surgen en cada una de las etapas del proceso de extracción; en la etapa inicial del proyecto se destruye el suelo y los bosques, al remover el sustrato se vierte en áreas cercanas destruyendo el hábitat y su paisaje afectando a la vida silvestre, así mismo se suele usar grandes cantidades de agua que genera grandes proporciones de lixiviados cargados de mercurio, cianuro y metales pesados causando efectos en la biodiversidad, a su vez originando contaminación atmosférica. Todos estos problemas son ampliamente conocidos, y cada organización aplica los controles que en su criterio sean necesarios, la cuestión es si los recientes esfuerzos de mitigación protegen lo necesario a los ecosistemas y sus residentes; una supervisión estricta podría prevenir los daños y minimizar los riesgos para salud. En cuanto a la salud pública, los problemas surgen por la exposición a largo plazo de los químicos requeridos, por la inhalación de polvo que produce problemas respiratorios y finalmente por el consumo de agua de precaria calidad [27].

El sector extractivo posee un despiadado impacto en el entorno social y el medio ambiente; a raíz de los conflictos socioambientales, se está evidenciando actualmente un creciente interés por inspeccionar las actividades de las organizaciones mineras, debido al aumento de los desastres ambientales y de las violaciones a los derechos humanos, demandó que se comprometiera a ser un sector más social y ambientalmente amigable [28]. Las comunidades perciben como poco suficientes los enfoques convencionales de la minería y es cuando comienzan a exigir mayores beneficios y una considerable participación en la toma de decisiones, los cambios en la gobernanza del siglo XXI y la introducción del concepto de desarrollo sostenible han empoderado a estas a ejercer mayor autoridad, obligando a los ejecutivos a la obtención de la “licencia social” para sus operaciones [29].

Cuando se habla de la minería en [30] los stakeholders son esenciales, a medida que ha transcurrido el tiempo estas partes han tomado más influencia dando como consecuencia que el acuerdo entre ellas ha resultado imperativo. Es entonces que las estrategias de la RSE y



Los intereses de las partes interesadas convergen basados en la ética, la moral y los valores centrándose más en satisfacer las diferentes perspectivas de los directos interesados.

La tensión por ejercer programas de RSE en la industria de la minería es mayor a diferencia que las del petróleo y el gas, es que a diferencia de las últimas los impactos de la minería son más visibles y perceptibles por la comunidad al ser a cielo abierto, le guste o no a la administración. De igual forma manifiesta que existe la complejidad de pacificar a las comunidades escépticas en la RSE hasta que las operaciones generen ganancias lo que dificulta la implementación inmediata de una RSE [31].

En [32] se menciona sobre las disposiciones que las organizaciones del sector extractivo pueden realizar dentro de su estrategia de responsabilidad social, entre ellos se encuentran:

- 1) Recursos Humanos: se propone el emplear a las personas locales.
- 2) Aprovisionamiento: con referencia a incluir como principales proveedores de servicios a los locales para promover la creación de empleo para satisfacer la capacidad de demanda requerida por la organización.
- 3) Seguridad: creación de actividades o protocolos de seguridad que impliquen a los locales como guardianes del orden público.
- 4) Ambiental: involucrar a las personas locales en la gestión para el monitoreo, mitigación e intervención ambiental resultando que se reconozcan a sí mismos como defensores de sus recursos naturales y su paisaje.
- 5) Finanzas y contabilidad: incluir la participación en asuntos administrativos y de gobernanza de la localidad a manera de apoyo para el asesoramiento sobre la gestión fiscal de la región.
- 6) Infraestructura y gestión de activos: emplear a las personas cívicas interesadas en el diseño y la gestión de los activos, donde se les reintegre satisfactoriamente por sus servicios.
- 7) Mantenimiento y operaciones: orientación a los jóvenes de las comunidades como aprendices para fortalecer su desarrollo profesional y adquisitivo.
- 8) Salud y seguridad ocupacional: establecer sistemas de trabajo seguro, diseñar programas para el autocontrol del consumo de alcohol o drogas y fortalecer estrategias de promoción y prevención de enfermedades transmisibles.
- 9) Gestión: asegurar un apoyo por parte de las comunidades que garantice una “Licencia social”; en áreas donde se encuentra más de una organización minera lo ideal es incluir una gestión conjunta para el aseguramiento del desarrollo regional.

Responsabilidad social en la minería de oro

En términos de la minería aurífera y teniendo en cuenta la magnitud de sus impactos, se hace evidente que las multinacionales que explotan el territorio colombiano deben garantizar y emprender con las comunidades espacios de encuentro acerca del tipo de desarrollo que desean en su territorio y así se puedan consolidar la aceptación de los proyectos de extracción, para no propagar un conflicto social [21]. Estos conflictos se generan por ignorancia de las comunidades afectadas por el proyecto, del derecho a ser partícipes activamente según la normatividad de la ISO 26000 de las fases de ejecución del proyecto, para así lograr la obtención de beneficios a manera de compensación [19].

Los grandes proyectos mineros de oro han dejado secuelas en las comunidades, al desarrollar torturas, masacres, amenazas desplazamientos forzados, bloqueos económicos, intimidaciones desempeñadas por las asociaciones ilegales en su intento por ejercer un



dominio del territorio resultando un problema de empobrecimiento de los individuos que conforman dicha comunidad. Una consecuencia de estas actividades ilegales es que obstruyen el ejercicio de la solicitud de derechos ambientales, económicos, culturales, sociales y laborales [19]. En Colombia, las protestas sociales asociadas con la minería son ocasionadas por las demandas en contra de la infracción de variados derechos de la clase obrera, de las comunidades en amparo de sus tradiciones, las disputas un ambiente sano, por los recursos hídricos, y el deterioro de las condiciones y la calidad de vida [33].

Como se puede inferir, Colombia afronta grandes dilemas con la minería; se podría pensar que es factible aceptar los proyectos mineros siempre y cuando contribuyan al desarrollo sostenible y ecuánime, cuando no favorezca a elevar más un decaimiento ecológico y social en la región. Es importante tener en cuenta que se debe examinar el claro beneficio hacia el bienestar de todos, y los ingresos deben aportar a reducir la desigualdad; esto solo es viable cuando por parte de las multinacionales los pasivos ambientales sean declarados y las pérdidas irremediables sean correctamente compensadas con la restauración de los bienes naturales, culturales y sociales [34].

En cuanto a la minería artesanal o de pequeña escala conocida como MAPE, un convenio de minería responsable es metódicamente inviable, debido a la desorganización a régimen institucional en cuanto a política ambiental y minera para su reconocimiento, legalización y formalización de las MAPE como una organización que efectúe un adecuado apropiado manejo ambiental, social y técnico [35]. Sin embargo, una estrategia de RSE para las empresas multinacionales mineras es ayudar a los trabajadores de las MAPE a mejorar su forma de subsistencia como parte fundamental para el fortalecimiento de los procesos de su RSE; por medio de acciones enfocadas a la mejora social, al aporte de conocimientos técnicos enfocados al progreso de las prácticas ambientales y de seguridad para los informales o pequeños mineros [36].

Las comunidades tienen la percepción de que las estrategias de la RSE usadas por las organizaciones mineras solo son utilizadas a forma de obtener una “licencia para operar” en lugar de buscar principalmente mejoras sostenibles para ellos, es decir que aunque realicen prácticas en el marco de la RSE, no logran satisfacer las demandas y expectativas de las comunidades; es por esto que se presentan inconsistencias entre las realidades del territorio con los objetivos declarados en la RSE por lo que su aplicación no genera gran impacto en el sector [37]. Otro factor a considerar es que las empresas mineras de oro no cuentan con una orientación de la norma aplicada específicamente a su sector por lo cual abordan acciones con diferentes rumbos, esto no debería ser así dado que por el tipo de naturaleza de este tipo de minería genera gran impacto a la sociedad, pero esto no debería ser considerado como una excusa o pretexto para no efectuar un RSE [38].

En [39] se expone que entre los departamentos de Colombia con más títulos mineros se encuentra Antioquia y Chocó, siendo estos mismos departamentos donde se encuentran las mayores jurisdicciones de extracción aurífera del país. Siendo en Antioquia las subregiones del oriente antioqueño, Puerto Nare, Frontino y el Nordeste, donde en este último se destaca



el Bajo Cauca como una de las zonas de mayor impacto minero y en Chocó se encuentra las tierras de Istmina. Las magnas reservas existentes en estos departamentos sumados a las cortesías procedentes del gobierno en convertir a Colombia en un país llamativo a la extracción minera por parte de inversionistas internacionales hacen de Antioquia y Chocó destinos extraordinarios para los proyectos de minería.

Estrategias de las organizaciones mineras de oro colombianas

Cuando se habla de Responsabilidad Social Empresarial en organizaciones mineras es trascendental establecer la gestión ambiental donde no solo sea considerado como un elemento en sí, sino como un factor íntegro de la sostenibilidad en la minería a manera holística con los factores sociales y económicos. Uno de los principales motivos de la minería para incluir la percepción de la sostenibilidad en sus estrategias es la creación de un valor agregado al producto final, en el caso especial de las empresas más grandes está relacionado con forjar relaciones con las partes interesadas. En el caso de Colombia las empresas paulatinamente van comprendiendo el término de la sostenibilidad en sus prácticas. Todavía se hace ineludible la necesidad de investigar mejores propuestas de gestión ambiental y en cómo la implementación de una producción limpia conlleve a la disminución de los impactos negativos en el medio en todo el ciclo de extracción [40].

Uno de los planteamientos de aplicación en las organizaciones mineras consiste en la Responsabilidad Social Empresarial, el concepto no es desconocido pero su utilidad se ha transformado en este momento en un componente de disputa entre las cuales hay quienes favorecen esta iniciativa de manejo y en quienes la rechazan. En este caso se expondrá 5 importantes empresas más grandes en Colombia que han puesto en práctica la RSE para permitir la aceptabilidad de sus operaciones y la aceptación por parte de comunidad, y así mismo de las autoridades de los Estados en el cual se ejecutan sus aplicaciones [41].

Continental Gold inc., empresa minera canadiense destinada a la explotación y exploración de minerales importantes. En la actualidad realiza el proyecto Buriticá, la única mina subterránea de oro a gran escala ubicada en el departamento de Antioquia, una compañía ligada a las mejores prácticas de explotación comprometida al mejoramiento continuo. Las expectativas de esta institución son: la mitigar los impactos negativos y la de aumentar los impactos positivos, en su política de apoyo social ha tratado de abordar tres temáticas o líneas estratégicas: desarrollo sostenible, educación-cultura, y productividad social [42]. La empresa ha tratado de contribuir a la creación y progreso local del municipio con tácticas utilizadas por otras organizaciones, a través de la RSE con empresas en el territorio y trabajadores locales; y con la aplicación social de métodos que creen competencias en las empresas locales pequeñas y medianas, favoreciendo numerosos campos de la economía como la agricultura y el turismo [43].

Anglo Gold Ashanti: es la tercera empresa minera de oro más grande del mundo con un portafolio de activos de mucha permanencia y de bajo precio, con el objetivo de cambiar la perspectiva de las personas sobre el funcionamiento de la compañía planteando



oportunidades para optimizar la eficiencia de los recursos naturales, así mismo está enfocada al progreso de la sociedad, y también a los ambientes económicos y sociales [44].

Grupo Empresarial Mineros S.A: empresa privada colombiana, dedicada a la producción y exploración de oro, comprometida con la comunidad, los grupos interesados, la RSE y la sostenibilidad ambiental. Cuyo propósito es aplicar minería responsable velando siempre por el cuidado de la biodiversidad y el desarrollo de la sociedad, además cuenta con una fundación llamada mineros S.A creada en el año 2010 con el objetivo de realizar convenios y mover recursos encaminados a optimizar la calidad de vida en los campos donde operan, a fomentar el apoyo de alianzas y a fortalecer la RSE [45].

Gran Colombia Gold: empresa canadiense dedica al desarrollo, la protección, y exploración de oro con gran enfoque en Colombia, actualmente es el mayor fabricante de oro y plata en minas subterráneas en este país, comprometida con la responsabilidad social, el cuidado del ambiente, a tener prácticas adecuadas de salud y seguridad en la empresa, y así mismo a contribuir positivamente en las comunidades en las que operan [46].

Batero Gold Corp-Colombia, empresa minera canadiense dedicada al proyecto Batero-Quinchía ubicado en Colombia, empeñados al triunfo de este proyecto, empleando programas ambientales y sociales promoviendo la implementación y desarrollo de métodos prácticos para motivar el trabajo y el compromiso de la comunidad, construyendo lazos positivos mediante programas comunitarios, talleres educativos que creen conciencia, transparencia y charlas saludables con el fin de minimizar los impactos negativos sobre el entorno, la seguridad y la salud en la sociedad [47].

Análisis de la responsabilidad social en la minería aurífera

Aunque algunas empresas del sector de la extracción comentan tener intención de que sus operaciones vayan más allá de ser solamente económicamente rentables a que proveen de utilidades al ambiente y a las comunidades que lo habitan, no se conoce hasta qué nivel pueden las apreciaciones ambientales y sociales prevalecer sobre la rentabilidad de las disposiciones gerenciales [48]. En [49] se comenta que la dirección de las empresas en cuanto a la RSE es que se basan en actividades filantrópicas dejando de lado aspectos como la gestión ambiental entre otros.

Uno de los obstáculos para el funcionamiento de la RSE en el sector extractivo es lo concerniente al consentimiento de la comunidad. Las organizaciones deben establecer un principio de consentimiento libre, previo e informado, este principio constituye la obligación de comprometerse desde el comienzo de las interacciones con la comunidad de atender las inquietudes de los locales e interesados. Lo anterior es una forma de establecer una relación sostenible y mutuamente beneficiosa, finalmente se afirma que los proyectos que no cuentan con la aceptación de las comunidades no se pueden considerar como “Sostenibles” [48]. Una solución a la problemática descrita anteriormente es instituir grupos de consulta sobre los diferentes aspectos de la RSE esto con el objetivo de que las opiniones de los más afectados



sean oídas en el momento de la formulación de políticas [21]. En relación con las comunidades en [38] habla sobre que las empresas no posean las capacidades y los instrumentos para el conocimiento de los requerimientos de las comunidades más cercanas, ocasionando basarse en modelos de otras empresas en otras regiones pudiendo resultar poco efectivos para el desarrollo de la región.

En cuanto a las potencialidades en [3] se habla sobre la importancia de conformar un Consejo de Responsabilidad Social Empresarial (CRSE) esta sería la entidad que se responsabilizaría por expedir y auditar el estado de la RSE en las organizaciones Colombianas; este consejo tendría las facultades para estimar el desempeño de la reglamentación en las empresas y de investigar las quejas y reclamos por quienes se sientan afectados por el desarrollo de las actividades particulares a cada organización.

Una motivación para generar un RSE es que cuando las estrategias de este están enfocadas a la comunidad se generan contribuciones. La sociedad del área de influencia del proyecto interpreta estas medidas de RSE como provechosas porque les compensan por realizar la extracción de sus recursos. En [37] las comunidades explican el avance positivo cuando las empresas desarrollan un enfoque corporativo a fin con los intereses de la comunidad, el alcance de la RSE debe estar impulsado hacia el aprovisionamiento de beneficios a largo plazo para las comunidades. Una estrategia usada en [50] apunta hacia el empoderamiento y la autodeterminación de los locales con interés hacia el fortalecimiento comunitario. Las asociaciones comunitarias apreciaron la RSE como un apoyo para orientar una viabilidad de alternativas futuras a la minería de la localidad.

No obstante, no hay que olvidar que un factor importante en las organizaciones asociado a la RSE es el aspecto relacionado a la afinidad con los trabajadores. Cuando un trabajador concibe a la organización como una empresa ética y moral al ser socialmente responsables, al defender sus derechos y los de su medio, concluye que es satisfactorio invertir esfuerzos en el éxito de la organización, traduciéndose en ganancias para las empresas [51].

Al ser las empresas mineras cuestionadas constantemente acerca de su efectiva contribución al desarrollo sostenible, estas adoptan medidas sobre la implementación de políticas sobre responsabilidad social donde obviamente no sea involucrado su desarrollo productivo. Es importante cuestionarse qué tan lejos podría llegar a comprometer una empresa su desempeño económico para contribuir al desarrollo ambiental. No es imposible pensar en alternativas de inversión que no comprometan los procesos de producción (en vista que las compañías no están con deseos de implicar sus ganancias), alrededor de todo el mundo podemos encontrar ejemplos de estrategias como la de proporcionar a las comunidades locales un mejoramiento de su calidad de vida mediante aportes a su infraestructura; una de las opciones que garantiza mejorar la imagen corporativa de las empresas mineras es la adopción de una gestión ambiental que no solo respete las normas nacionales, sino que invierta en cumplir con la normativa internacional para estar a la vanguardia [52]. Como se puede apreciar y se ha discutido en este artículo es que no es dificultoso establecer una RSE



en la minería aurífera, pero si se requiere de amplia investigación, tecnología y recursos humanos y económicos.

Perspectivas de la responsabilidad social empresarial al posconflicto colombiano en relación con la minería aurífera

Debido al escaso cumplimiento del marco jurídico vigente en el territorio colombiano representó que la expansión de la actividad minera de oro concordara con un aumento de los problemas sociales y ambientales, asociado al incremento del conflicto armado en estas regiones auríferas representándose esta actividad minera en fuentes importantes de financiación de los actores armados no estatales. Se comenta que la utilidad asociada a la explotación de oro podría llegar a suplantar las ganancias asociadas al narcotráfico, ocasionando disputas por el dominio de estos territorios y por ende la violación a los derechos de estas poblaciones en medio de estas conflagraciones. Considerando lo anterior y teniendo en cuenta que en el presente año se adelanta el proceso de ejecución del acuerdo de paz con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), y que se desarrolla el proceso de negociación en el Ejército de Liberación Nacional (ELN), se vuelve imperioso e ineludible el estudio penetrante y preciso de las relaciones entre los anteriores mencionados con la minería aurífera y demás actividades económicas presentes en el país, para un desarrollo íntegro del desarme, la desmovilización y la reintegración [53].

Uno de los elementos clave que le dificultan a las organizaciones comprometerse con la responsabilidad social en su organización es el conflicto armado, que en la generalidad de las cuestiones es impulsado por los grupos mineros informales. Estos grupos ilegales dominan muchas áreas de extensión minera y se dedican a extorsionar a las grandes empresas auríferas que operan en su región; es por esto y hablando en contexto de la dinámica del conflicto que las comunidades no pueden acceder a mecanismos de vida sostenibles, al restringirlos de los beneficios del alcance de una adecuada RSE en la región. Los ingresos destinados a la mejora de los medios de vida (como principio de la RSE) a menudo se pierden o son usados sin haber realizado un estudio de las situaciones y necesidades de la comunidad debido a la implicación que resulta involucrarse en territorios afectados por el conflicto armado, siendo estas comunidades las más limitadas en recibir una retribución equitativa por la extracción de sus recursos [37]. El conflicto sumado a la corrupción y al ambiente de tolerancia por parte del Estado, nutre el intercambio de intereses entre los diferentes actores, llámense actores políticos, económicos y sociales, los cuales se ven inmersos en anomalías legales afectando la prosperidad y el desarrollo de una región, siendo estos incentivados por los vacíos jurídicos, el abandono estatal y la indiferencia de las instituciones de control [54].

Los resultados de los proyectos mineros en los territorios donde se desarrollan traen consigo conflictos, siendo imparables o irreparables. Entendiendo lo anterior no se merecerá hablar de Paz mientras los derechos de los particulares (para este caso denomínese a aquellos con el poder económico de las regiones afectadas) sean impuestos por delante de las personas damnificadas por un conflicto armado, producto de los intereses inversionistas del poder político junto a las regalías fruto del sector extractivo privado siendo los afrocolombianos,



campesinos e indígenas los que se encuentran con mayor riesgo de que se vean vulnerados sus derechos solo por el simple hecho de estar habitando superficies nutridas en biodiversidad y con abundantes yacimientos mineros [55]. Corresponde preguntarse cómo el Estado influye en estos territorios siendo el actor menos presente en la cotidianidad de las relaciones extractivas y el conflicto, el cual es el único con el poder para realizar una fiscalización y control en base a la normatividad jurídica [56]. Es necesario seguir prosperando en la construcción de acuerdos institucionales que obstruyan los espacios del crimen y el atropello que tanto inculpen en la explotación de los recursos naturales, para avanzar hacia lineamientos de sostenibilidad, la legalidad y la responsabilidad. En [53] se propone para el caso del sector extractivo de oro, la intervención sobre los territorios donde la riqueza aurífera es amplia, presentándose informalidad e ilegalidad de las operaciones mineras caracterizándose por poca presencia del Estado.

En cuanto a la minería se refiere las reflexiones sobre las áreas y zonas de exclusión se deben circunscribir aquellas donde el conflicto armado permanezca activo, así como las áreas donde se encuentren comunidades étnicas para dar respeto a su plenitud cultural, incluyendo también las zonas o municipios donde la misma comunidad precise el deseo de no implementar la explotación minera en su espacio. Para vigilar a las compañías extractivas auríferas del sector se hace necesario el aporte de la rendición de cuentas con especial mira a los derechos humanos; el ideal o la utopía para el posconflicto Colombia es pensar a la ISO 26000 como una obligación de las empresas más no como una voluntad [57].

Uno de los instrumentos de apoyo la ISO 26000 en los territorios es el Estándar para el Oro Libre de Conflictos (Conflict Free Gold Standard), el cual es aprobado por el Consejo Mundial del Oro, donde son miembros las grandes empresas mineras internacionales. Este estándar estipula a los productores que se deben asegurar que su oro haya sido obtenido de una forma que no favorezca los conflictos armados ilegales, que no aporten a la violación de los derechos humanos o que no estén involucrados en transgresiones a los derechos humanitarios internacionales. Este estándar es una herramienta que obliga a las organizaciones mineras a respetar los países donde operan [58].

Para terminar, la función de la RSE en la estructuración de la paz en Colombia es ante todo la obligación ética de las organizaciones el impedir que sus actividades y procesos favorezcan el crimen y el terrorismo, o que provoquen los factores culturales, sociales y económicos que los nutren; de igual forma tienen el compromiso facultativo de incitar la instauración de situaciones propicias para la paz y la seguridad duradera en el tiempo [58].

CONCLUSIONES

Luego de indagar sobre la Responsabilidad Social Empresarial en la minería aurífera, cabe destacar que en la actualidad esta actividad se ha desarrollado llegando a alcanzar un mayor porcentaje de escenarios inadecuados como producto de pérdida de algún yacimiento y la afectación de los impactos generados en la sociedad y en el medio ambiente. Por tal motivo, es esencial que cualquier tipo de organización sea pública o privada puedan adoptar la guía



ISO 26000 como una poderosa herramienta de apoyo para que las empresas la puedan incorporar con el fin de establecer buenas prácticas socialmente responsables y además ayudar a contribuir de manera positiva en la sociedad y en el cuidado del medio ambiente.

En lo referente a la gestión de las empresas mineras, se encontró que la Responsabilidad Social Empresarial se ha tenido en cuenta como partícipe de la programación que hay en estas instituciones, resaltando que, en las valoraciones de estas organizaciones, resulta teniéndose muy en cuenta la RSE como algo esencial. No obstante, las organizaciones dedicadas a la explotación minera son más conscientes sobre la garantía a la hora de divulgar temas de sensibilización para el estado, la sociedad y las poblaciones vulnerables, evitando que en cualquier situación se generen conflictos sociales, que impliquen problemas relacionados a la contaminación ambiental y la salud pública.

Finalmente, una de las formas en que las organizaciones pueden empezar a ejecutar programas de Responsabilidad Social Empresarial en sus procesos es la de adherirse a los diferentes instrumentos de apoyo de la ISO 26000 como son los pactos y las iniciativas globales respectivos a cada sector de la economía, ejecutando programas voluntarios para fortalecer su labor y disminuir el impacto que han tenido sus operaciones sobre la sociedad, el entorno y los derechos de sus colaboradores. Es tarea de todas las organizaciones colombianas incluir la perspectiva del posconflicto en sus programas de RSE para la contribución de la Paz en Colombia.

REFERENCIAS

- [1] J. Aparicio and B. Valdéz, “Sobre el concepto de responsabilidad social de empresas. Un análisis europeo comparado,” *Cuad. Relac. Laborales*, vol. 27, no. 1, pp. 53–75, 2009.
- [2] A. Carbal and J. Blanquicett, “Sistema de gestión social para pequeñas y medianas empresas,” *SABER, Cienc. Y Lib.*, vol. 6, no. 1, pp. 105–118, 2011.
- [3] J. A. Acevedo, R. Zárate Rueda, and W. Garzón, “Estatus jurídico de la responsabilidad social empresarial (RSE) en Colombia,” *Dikaion*, vol. 22, no. 2, pp. 303–332, 2013.
- [4] G. Suárez, “Perspectiva jurídica de los impactos ambientales sobre los recursos hídricos provocados por la minería en Colombia,” *Opinión Jurídica*, vol. 10, pp. 123–140, 2011.
- [5] A. Padilla, “Principios de la responsabilidad social empresarial en el ordenamiento jurídico colombiano,” *Rev. Derecho*, no. 41, pp. 1–32, 2014.
- [6] H. Cantú Rivera, “La OCDE y los derechos humanos: el caso de las Directrices para Empresas Multinacionales y los Puntos de Contacto Nacional,” *Anu. Mex. derecho Int.*, vol. XV, pp. 611–658, 2015.
- [7] S. de Moerloose, “Estándares ambientales y sociales en la condicionalidad del Banco Mundial,” *Rev. Derecho Ambient. la Univ. Palermo*, vol. 3, no. 2, pp. 45–88, 2014.
- [8] M. Serrano, “La responsabilidad social y la norma ISO 26000,” *Rev. Arbitr. Form. Gerenc.*, vol. 11, no. 1, pp. 102–119, 2012.
- [9] R. Hahn, “ISO 26000 and the standardization of strategic management processes for



- sustainability and corporate social responsibility,” *Bus. Strateg. Environ.*, vol. 22, no. 7, pp. 442–455, 2013.
- [10] R. Pojasek, “ISO 26000 Guidance on Social Responsibility,” *Environ. Qual. Manag.*, vol. 20, no. 3, pp. 85–93, 2011.
- [11] H. González Saenz, “Implantación de la Norma ISO 26000 en las Pymes: Un estudio de caso responsabilidad social empresarial,” Universidad de Valladolid Campus Palencia, 2014.
- [12] Ministerio de Minas y Energía, “Glosario Técnico Minero Colombia,” Bogotá, 2003.
- [13] D. G. Barbosa and C. González, “Conceptos de Derecho Minero,” *UBP Ser. Mater. Investig.*, no. 6, pp. 1–134, 2014.
- [14] V. Villa and G. Franco, “Diagnóstico minero y económico del departamento de Antioquia,” vol. 33, pp. 125–134, 2013.
- [15] M. J. Casallas M., “Panorama de la minería del oro en Colombia,” *PLOUTOS*, vol. 5, no. 1, pp. 20–27, 2015.
- [16] M. Toscano, R. Pérez, and R. Sáez, “Concentración de minerales pesados mediante técnicas de batea y su interpretación,” *Enseñanza Ciencias la Tierra*, vol. 20, no. 2, pp. 164–172, 2012.
- [17] J. A. Martínez and A. Uribe, “El Mercurio y la contaminación por actividad extractiva,” *Rev. Ontare*, vol. 3, no. 1, pp. 55–76, 2015.
- [18] L. Machado, J. Hernán, N. Henao, and F. Marín, “Problemática ambiental ocasionada por el mercurio proveniente de la minería aurífera tradicional en el corregimiento de Providencia, Antioquia,” Tesis de especialización, Universidad de Antioquia, 2010.
- [19] A. Herrera, “Prácticas de responsabilidad social empresarial de las empresas mineras auríferas en el municipio de Segovia – Antioquia, como aporte al desarrollo sostenible en la subregión del nordeste antioqueño,” Tesis de Maestría, Universidad Pontificia Bolivariana, 2017.
- [20] N. M. Torres, “La responsabilidad social en el sector minero en Colombia,” Tesis de Especialización, Universidad Militar Nueva Granada, 2016.
- [21] ABColombia, CINEP/Programa por la paz, Centro de Estudios para la Justicia Social Tierra Digna, “Alimentando el conflicto en Colombia: El impacto de la minería de Oro en Chocó,” Bogotá, 2015.
- [22] ISO-26000, *Guía sobre Responsabilidad Social Empresarial*. 2010.
- [23] ICONTEC, *Guía Técnica Colombiana GTC 180 Responsabilidad Social*. 2008.
- [24] P. Puncheva-Michelotti, S. Hudson, and M. Michelotti, “The role of proximity to local and global citizens in stakeholders’ moral recognition of corporate social responsibility,” *J. Bus. Res.*, vol. 88, pp. 234–244, 2018.
- [25] M. Solano, “¿Es posible una minería con responsabilidad social empresarial? Acercamiento al municipio de Tausa – Cundinamarca,” *Criterios*, vol. 7, no. 1, pp. 19–46, 2014.
- [26] M. Heincke, “La responsabilidad social empresarial: ¿Una herramienta para el desarrollo local sostenible en Colombia?,” *Rev. Opera*, vol. 5, no. 5, pp. 55–74, 2005.
- [27] A. Helwege, “Challenges with resolving mining conflicts in Latin America,” *Extr. Ind. Soc.*, vol. 2, no. 1, pp. 73–84, 2015.
- [28] H. Ranängen and T. Zobel, “Revisiting the ‘how’ of corporate social responsibility in extractive industries and forestry,” *J. Clean. Prod.*, vol. 84, no. 1, pp. 299–312, 2014.
- [29] J. Prno and D. S. Slocombe, “Exploring the origins of ‘social license to operate’ in the mining sector: Perspectives from governance and sustainability theories,” *Resour.*



- Policy*, vol. 37, no. 3, pp. 346–357, 2012.
- [30] K. Govindan, D. Kannan, and K. M. Shankar, “Evaluating the drivers of corporate social responsibility in the mining industry with multi-criteria approach: A multi-stakeholder perspective,” *J. Clean. Prod.*, vol. 84, no. 1, pp. 214–232, 2014.
- [31] G. Hilson, “Corporate Social Responsibility in the extractive industries: Experiences from developing countries,” *Resour. Policy*, vol. 37, no. 2, pp. 131–137, 2012.
- [32] B. Harvey, “Social development will not deliver social licence to operate for the extractive sector,” *Extr. Ind. Soc.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–11, 2014.
- [33] Á. Rivera, C. Velandia, S. Coronado, A. Cadena, M. A. Figueroa, and G. A. Yepes, “Minería, conflictos sociales y violación de derechos humanos en Colombia,” CINEP/Programa por la paz, 2012.
- [34] G. I. Andrade, M. Rodríguez, and E. Wills, “Dilemas ambientales de la Gran minería en Colombia,” *Rev. Javeriana*, vol. 148, no. 785, pp. 17–23, 2012.
- [35] F. Hernán and S. Pantoja, “Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Colombia. Problems and Challenges,” *Rev. Fac. Ciencias Económicas*, vol. XXIV, no. 2, pp. 147–160, 2016.
- [36] N. Yakovleva and D. A. Vazquez-Brust, “Multinational mining enterprises and artisanal small-scale miners: From confrontation to cooperation,” *J. World Bus.*, vol. 53, no. 1, pp. 52–62, 2018.
- [37] I. B. Franco and S. Ali, “Decentralization, corporate community development and resource governance: A comparative analysis of two mining regions in Colombia,” *Extr. Ind. Soc.*, vol. 4, no. 1, pp. 111–119, 2017.
- [38] J. D. Morales Méndez and R. Silva Rodríguez, “A profile of corporate social responsibility for mining companies present in the Santurban Moorland, Santander, Colombia,” *Glob. Ecol. Conserv.*, vol. 6, pp. 25–35, 2016.
- [39] A. Insuasty Rodriguez, D. Grisales, and E. Gutierrez León, “Conflictos asociados a la gran minería en antioquia,” *El Ágora USB*, vol. 13, no. 2, pp. 371–397, 2013.
- [40] U. F. Carmona García, H. Cardona Trujillo, and I. Restrepo Tarquino, “Environmental management, sustainability and competitiveness in mining. Contextualization of situation, and challenges of the approach through the life-cycle assessment,” *DYNA*, vol. 87, no. 201, pp. 50–58, 2017.
- [41] C. Padilla, “Responsabilidad social empresarial en minería: El zorro cuidando a las gallinas,” *Rev. semillas en la Econ. campesina*, no. 42/43, pp. 52–55, 2010.
- [42] Continental Gold, “Informe de sostenibilidad,” 2016.
- [43] A. C. Tunjano Gutierrez, “Innovación Social desde los actores en la minería: caso del municipio de Buriticá, Departamento de Antioquia,” Universidad de Manizales, 2016.
- [44] AngloGold-Ashanti, “Visión de Sostenibilidad,” *Community and Environment*. [Online]. Available: <http://www.anglogoldashanti.com/sustainability/community/>. [Accessed: 20-Apr-2018].
- [45] Grupo Empresarial mineros, “Memoria de sostenibilidad 2017.”
- [46] GranColombiaGold, “Visión en conjunto.” [Online]. Available: <http://www.grancolombiagold.com/sustainability/overview/default.aspx>. [Accessed: 20-Apr-2018].
- [47] BateroGoldCorp, “Visión social y ambiental,” *Social and Environmental*. [Online]. Available: <http://baterogold.com/corporate/social-and-environmental>. [Accessed: 20-Apr-2018].
- [48] K. Slack, “Mission impossible: Adopting a CSR-based business model for extractive



- industries in developing countries,” *Resour. Policy*, vol. 37, no. 2, pp. 179–184, 2012.
- [49] A. Vélez, “A chronological path to corporate social responsibility,” *Ciencias Estratégicas*, vol. 19, no. 25, pp. 55–74, 2011.
- [50] A. E. Fordham, G. M. Robinson, and J. Van Leeuwen, “Developing community based models of Corporate Social Responsibility,” *Extr. Ind. Soc.*, vol. 5, no. 1, pp. 131–143, 2018.
- [51] C. W. Bauman and L. J. Skitka, “Corporate social responsibility as a source of employee satisfaction,” *Res. Organ. Behav.*, vol. 32, pp. 63–86, 2012.
- [52] M. Rodrigues and L. Mendes, “Mapping of the literature on social responsibility in the mining industry: A systematic literature review,” *J. Clean. Prod.*, vol. 181, pp. 88–101, 2018.
- [53] J. F. Ortiz-riomalo and A. Rettberg, “Minería de oro, conflicto y criminalidad en los albores del siglo XXI en Colombia: Perspectivas para el posconflicto Colombiano” *Colomb. Int.*, no. 93, pp. 17–63, 2018.
- [54] A. Eslava *et al.*, “Minería y sociedad: Construyendo pactos de gobernanza y transparencia,” in *Oro como Fortuna: Instituciones, capital social y gobernanza de la minería aurífera Colombiana*, EAFIT., COLCIENCIAS, Ed. Medellín: Pregón S.A.S, 2014.
- [55] D. Grisales Gonzáles and A. Insuasty Rodríguez, *Minería Conflictos territoriales y derechos de las víctimas en Colombia*. Medellín: KAVILANDO ORG, 2016.
- [56] A. López, “Un análisis comparado sobre las territorialidades en conflicto en torno a la minería de oro en Buenaventura y Simití,” Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana, 2014.
- [57] V. Weitzner, “Rendición de cuentas de las compañías extractivas en Colombia: Una evaluación de los instrumentos de responsabilidad social empresarial (RSE) a la luz de los derechos de los Indígenas y los Afrodescendientes,” 2012.
- [58] G. A. Vargas, *La responsabilidad social empresarial en la construcción de paz: Una introducción*, CIDER. Bogotá, 2014.



CAPÍTULO 3

APORTES Y ESTRATEGIAS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL BAJO LA ISO 14001 Y LA INVESTIGACIÓN, PARA MITIGAR LOS EFECTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR EL SECTOR DE LAS CURTIEMBRES

Karen Natalia Gómez Jojoa* y Cristian Arley Moreno Cáceres**
*nataliaj2811@gmail.com, **morenocristian2@hotmail.com

Resumen

La industria de curtiembres transforma las pieles de animales en cuero útil para sectores del calzado, marroquinería y otros. Este artículo comprende una revisión bibliográfica para la identificación de sus impactos en el ambiente y las estrategias de gestión desde dos perspectivas: los sistemas de gestión ambiental (SGA) y la investigación como alternativas de reducción de los contaminantes. En sus procesos la utilización de sustancias químicas como el Cromo (Cr) ocasiona diferentes problemas ambientales como pérdida en la flora y fauna en los sitios afectados; por tal motivo la gestión ambiental se hace necesaria para reducir y mitigar los daños ocasionados. Algunas empresas han implementado alternativas de mejora como SGA bajo lineamientos de la ISO 14001 y la implementación de procesos de biorremediación; lo anterior ha generado una mayor conformidad en sus procesos, y ha mejorado su prestigio.

Palabras claves: Curtiembre, impacto, ambiente, sistema, gestión.

Abstract

The tanneries industry transforms animal skins into useful leather for sectors of footwear, leather goods and others. This article includes a bibliographic review for the identification of its environmental impacts and management strategies from two perspectives: environmental management systems (EMS) and research as alternatives for reducing pollutants. In its processes the use of chemical substances such as Chromium (Cr) causes different environmental problems such as loss of flora and fauna in the affected sites; For this reason, environmental management is necessary to reduce and mitigate the damage caused. Some companies have implemented improvement alternatives such as EMS under guidelines of ISO 14001 and the implementation of bioremediation processes; this has generated greater conformity in its processes and has improved its prestige.

Keywords: Tannery, impact, environmental, system, management.

INTRODUCCIÓN

Para [1], la protección del medio ambiente es el tema central de todas las industrias, debido a que sus etapas de producción deben ser cada vez más amigables con el medio ambiente.



Así mismo [2], menciona que las nuevas tecnologías industriales han mejorado y empezado a implementar criterios ambientales por su gran demanda del mercado, pero aun así siguen generando contaminación. Las actividades industriales, así como toda actividad humana genera en el medio una alteración. En ocasiones estas suelen ser puntuales y de gran impacto como lo fue Chernóbil, Severo o Bhopal, que a raíz de esto generó cambios en las legislaciones ambientales e industriales del mundo. Pero existen impactos ambientales localizados, que perduran con el paso del tiempo por su constante contaminación, como lo son los vertidos y subproductos de la industria de la curtiembre [3].

Con el paso del tiempo varios países han venido implementando legislaciones ambientales que restringen aquellos vertidos que han generado contaminación al recurso hídrico. Esas leyes son establecidas por las industrias a partir de identificaciones previas de contaminación a sus ríos aledaños. Según [4], en Colombia la norma Internacional ISO 14001, es la que establece los criterios necesarios para un buen desarrollo de los procesos de una empresa, y de la cual se rigen los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), para [5], ayudan a identificar, evaluar y controlar los riesgos medioambientales que pueden ser generados por las etapas de producción de un producto, es decir para mitigar o reducir impactos desde la optimización de los procesos de las industrias, por lo cual surgen los Sistemas de Gestión Ambiental, (SGA) , y según [6], van a permitir un adecuado control sobre sus criterios ambientales y el cumplimiento de las normativas ambientales.

Según [6], el sector que mayor contaminación genera al medio ambiente es el Industrial, debido a los insumos (productos químicos) utilizados en sus procesos para la obtención de un producto, entre estos tenemos los metales pesados, que normalmente se acumulan y alteran el medio. Para [7], el vertimiento que realizan las industrias de residuos líquidos contaminantes a los ríos es preocupante, ya que estos vertidos generan una alteración en el recurso hídrico, debido a que estas aguas no quedan aptas para consumo humano.

Las curtiembres son la industria que mayor contaminación genera, ya que en sus procesos añaden Cromo que estando en Cr^{+3} no llega a ser tan peligroso como lo es en estado Cr^{+6} que en conjunto con la materia orgánica causa enfermedades y es un contaminante cancerígeno. El cromo consumido por parte de las industria de curtiembres es el 32% del Cr mundial [8], por lo que [9] hace referencia a que este contaminante puede dañar suelos, por percolación contaminar aguas subterráneas y por ser vertidos a los ríos alterar las aguas superficiales, si no se realiza una adecuada eliminación.

Según [9], en su artículo expresa que a pesar de que surgen tecnologías limpias que ayudan a la eliminación del cromo mediante tratamientos químicos no son del todo eficiente, ya que generan otra descargas de residuos. Las Industrias de curtido de pieles han empezado a implementar estrategias que ayudan a mejorar los procesos y en relación a esto reducen los impactos negativos ocasionado por los vertimientos a los ríos y otros subproductos contaminantes generados allí [10].



En el presente artículo de revisión tiene como objetivo identificar estrategias que ayuden a mitigar el impacto ambiental, desde los sistemas de gestión y la investigación, en actividades del sector de curtiduría.

METODOLOGÍA

El estudio de este artículo sobre el impacto ambiental de la industria de la curtiembre y las posibles estrategias para su mitigación se desarrolló de manera descriptiva, basándose en información secundaria de artículos científicos confiables, que incluían todo el proceso de la industria de las curtiembres desde que llega el cuero hasta que es comercializado. Para toda esta búsqueda de información se dividió en 3 etapas:

1. Conocer los procesos productivos que se le realizan al cuero e identificar los subproductos que se generan allí.
2. Identificar de los subproductos que generan mayor impacto ambiental.
3. Reconocer estrategias de SGA para mitigar, reducir o eliminar los daños ocasionados al aire agua y suelo.

DESARROLLO

Proceso industrial de las curtiembres

El curtido es la transformación que se le realiza al cuero de animales, en el cual se generan enlaces proteicos en las cadenas de pépticos, para darle así una mayor consistencia y suavidad [11]. En el sector de las curtiembres, el sacrificio de un animal es el primer paso, consiguiendo como resultado la piel, llevándola a un proceso de estabilización [12]. Según [13] el cambio de estado de pieles de animales a cuero con el fin de procesarlo, se le llama curtición, para ello se debe estabilizar el producto para poderlo conservar, debido a que diferentes grupos de microorganismos pueden acelerar su descomposición, de tal modo se obtenga un cuero en excelentes condiciones y así comercializarse en las diferentes industrias que lo procesan.

Para [14], las tenerías entre sus etapas de procesos y actividades procesan la piel de los animales convirtiéndolos en cuero procesado y realizando tres etapas incluyendo sus subprocesos. La etapa de la Ribera, enlaza dos procesos importantes en el cuero los cuales son aplicar técnicas mecánicas y químicas, con el fin de limpiar las partículas orgánicas, esta etapa comienza con recibir las pieles de los frigoríficos para empezar con las diferentes fases del proceso de curtición [15]; por otro lado, para [16] en la segunda etapa del proceso de curtición, denominado curtido su objeto es eliminar los tejidos de la piel del animal para conseguir así un producto poco elástico, el uso de sustancias químicas o vegetales para la curtición son empleadas para cumplir con este proceso, por lo general el producto más utilizado es el cromo(Cr) [11]. Por último en la etapa de acabado, cuando ya se tiene el cuero procesado, se le agregan sustancias tales como colorantes, fijadores o cera que brindan un mejor aspecto físico al producto, dependiendo del uso industrial que se le vaya a dar [17].



Los productos químicos más utilizados en esta fase son: acrílicos, vinil uretanos, nitrocelulosa y buteratos [18].

La industria del cuero según su proceso se clasifica en cueros curtidos, proceso de cueros curtidos, pieles sin curtir y creación de productos finales [19]. Las curtiembres en diferentes partes del mundo causan controversia por el objetivo de su producción y por los problemas ambientales que genera, pero a su vez en países que aplican dentro de sus procesos industriales la curtición de pieles, indican un porcentaje de rentabilidad considerable, como productos básicos de exportación indicando importantes ingresos económicos y ayudando a diferentes sectores sociales, generándoles empleo y desarrollo empresarial [20].

Proceso de curtido con cromo

El uso del Cromo en procesos de la industria del curtido, es el principal foco contaminante, ya que luego de entrar en contacto con el recurso hídrico (agua) otro elemento importante en estos procesos, se convierten en desechos y debido a esto, se almacena en los recursos, principalmente agua y suelo transformándose en diferentes sustancias tóxicas que afectan la biota [8]. El Cr (Cromo) en la industria de las curtiembres se usa con el fin de transformar los cueros en texturas delgadas y suaves para ser utilizadas; también las sales metálicas y el formaldehído son usados con el mismo objeto del metal, la manipulación de estos químicos generan aguas residuales con bajo demanda de DBO5 y DQO y altos contenidos de ácidos y concentración de sales, como también desechos cárnicos desprendidos de las pieles procesadas [21].

El objetivo de medianas y grandes empresas de curtido es la transformación de la materia prima (cuero) en productos de uso industrial, para [22] es el sector más antiguo y con un alto grado de contaminación en los lugares donde desarrollan sus funciones, los impactos ocasionados por sus actividades son poco controladas ya que la obtención de recursos es más importante para las empresas, tomando como un aporte social, la oportunidad de empleo a sociedades vulnerables.

Datos reportados por [23] citado en [14], la industria mundial de pieles y curtidos ha aumentado considerablemente desde el año 1960, para la década comprendida del año 2000 la producción mundial de pieles registraron un porcentaje de crecimiento de 0,9% equivaliendo a un aproximado de 300 unidades de pieles procesadas; para el año 2000, el mayor proveedor de pieles era Estados Unidos, seguido en su orden por China, Brasil e India, actualmente la industria de las curtiembres ha crecido exponencialmente debido a la generación de pequeñas empresas, optando como principio general la generación de empleo, descuidando los impactos ambientales ocasionados. Según [24] nombrado en [25] la producción de cuero en Italia se posiciona en los primeros lugares en la Unión Europea con 66% de la fabricación y a nivel mundial con el 16%.



En Colombia, las tenerías se encuentran ubicadas en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Cundinamarca, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Valle del Cauca y el Distrito Capital, las pequeñas industrias surgieron en los años veinte [8]. En la capital de la república de Colombia, según datos reportados por la cámara de comercio de Bogotá, para el año 2005 funcionaban un aproximado de 400 empresas con actividades de curtiembre, distribuidas de la siguiente manera 86% microempresas, 13 % pequeñas y 1% medianas empresas; en el sector de San Benito, es el lugar donde existe mayor concentración de curtiembres más o menos funcionan alrededor de 350 empresas, incluyendo las que realizan sus actividades de manera informal.

En la ciudad de Cúcuta existen pequeñas empresas que procesan las pieles de los animales ejecutando actividades de una forma poco técnica, actuando sin un adecuado destino final de los residuos, incrementando la contaminación a las fuentes hídricas aledañas, las cuales pueden afectar a las comunidades que consumen de este recurso. En el área metropolitana de la capital del departamento de Norte de Santander, existen empresas de curtiembres que ejecutan sus actividades sin control a los contaminantes. Por lo general en la etapa del curtido del cuero usan productos químicos tales como cromato de calcio y zinc, sustancias tóxicas carcinogénicas en los seres vivos [26] [27].

Impactos en los recursos naturales

Los agentes contaminantes producidos por las actividades de las industrias de curtiembres, genera una serie de impactos que alteran el medio ambiente [28]. A su vez, dice que los desechos generados por las curtiembres son: aguas residuales, sólidos totales, emisiones olorosas y ruido causando impactos en la salud de las comunidades. Las aguas residuales son desechos de los diferentes procesos de curtido, específicamente en el lavado y remojado, contaminando recursos con altas concentraciones de acidez y alcalinidad, producto del uso del cromo y sulfuros respectivamente, descargándose a ríos aledaños. Por otro lado, en los impactos en la atmósfera, se dice que la utilización del ácido sulfhídrico produce el olor desagradable [28].

Debido al aumento de impactos ambientales del sector de curtiembres, en investigaciones realizadas en Bolivia; con datos reportados en ese país por la cámara de industria, dijo que un 30 % de curtiembres son legales y el 70 % actúan de manera irregular en sus procesos, siendo focos contaminantes en el ambiente, principalmente a los recursos hídricos cercanos a los lugares de curtiembre [28]. En Uruguay la dirección nacional del medio ambiente, dijo que un 65% de las curtiembres que generan efluentes, previamente analizadas indicaron toxicidad aguda, por otro lado un 97% de las empresas que arrojan sus vertimientos a cuerpos de agua natural incumplen las normas ambientales vigentes [29].

Según [30], también nombrado por [31] en los ambientes acuáticos, el Cr^{+6} su estado químico es soluble en el agua facilitando su transporte por las fuentes hídricas. Por otro lado, al convertirse en Cr^{+3} , debido a que las sustancias orgánicas, ácido sulfhídrico, azufre, amonio



y nitrito se reducen, no se expande en los cursos acuáticos, sino que se precipita y se instala en el fondo de los cuerpos de agua, concentrándose en el organismo de algunas especies de animales. Con respecto a los suelos, el Cr^{+3} es inmóvil, pero el Cr^{+6} es inestable. Por otro lado [31] afirma que, en concentraciones altas de cromo en el suelo, aumentan en los cultivos, causando efectos negativos agrícolas. En países latinoamericanos la demanda de la industria de las curtiembres ha aumentado, debido a la asequibilidad de la materia prima para realizar sus actividades, por tal motivo se generan procesos poco técnicos, que ocasionan los problemas en el ambiente. En Colombia la corporación autónoma regional (CAR), identifica al sector de las curtiembres, como impactos ambientales negativos, ocasionado por las sustancias químicas que afectan al ambiente y a los seres vivos, a su vez, los desechos generados en sus actividades son descartados en sitios donde no es permitido realizarlo (Fuentes hídricas, alcantarillados, etc.) [16].

Otras informaciones importantes dadas por [16], dice que como principales desechos en los procesos de las curtiembres, se tienen las pieles y tejidos subcutáneos que en el momento de entrar en contacto con el ambiente y la flora microbiana su descomposición se acelera, causando la generación de olores desagradables y produciendo enfermedades a las poblaciones aledañas, en este caso a la población de Villa pinzón en Bogotá. Por otro lado, la utilización del recurso hídrico en los seres humanos es muy importante; en la comunidad de Villa Pinzón, se ven afectados por consecuencia a la escasez de agua, debido a la cantidad utilizada en las curtidurías, también por acción de percolación las aguas residuales contaminadas, atraviesan los diferentes horizontes del suelo llegando a las aguas subterráneas, deteriorando la flora y la fauna. La toxicología es la rama de la ciencia que estudia las sustancias tóxicas que afectan a los seres humanos, por consiguiente, las emisiones que generan los desechos tóxicos al ambiente las absorbe el ser humano, generalmente produciendo enfermedades respiratorias. Consecuentemente [15], indica que las aguas residuales de curtiembres cuando son vertidas a alguna fuente hídrica reducen el oxígeno disuelto, ocasionando impactos negativos en la vida acuática y no permitiendo el uso del recurso para consumo doméstico, agrícola o animal. En las aguas subterráneas contaminadas con aguas residuales, [15] dice que los daños y consecuencias son más graves, ya que por falta de aireación se aumenta la salinidad de la fuente hídrica, debido a la alta concentración de cromo, sulfatos y cloruros.

Las consecuencias ambientales de los procesos de esta industria más característicos, para [14] son: vertimientos industriales que al entrar en contacto con un recurso hídrico generan en la vida acuática daños irreversibles y a su vez los usos que se le dan. Otros problemas ambientales surgen cuando los desechos son descartados en las redes de alcantarillado aportando sólidos sedimentables lo que adicionalmente ocasiona el taponamiento de las tuberías y por causa de la concentración de sulfuros y sulfatos ocurre el deterioro de los materiales de las redes de alcantarillado.



Por otro lado, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y los sólidos suspendidos son dos parámetros que se determinan e identifican a causa de los excesos de proteínas y los subproductos de la degradación de esta, los cuales forman carga contaminante en los vertimientos que ocasionan grandes impactos negativos en el medio ambiente. La DBO es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica en una fuente hídrica, conociendo lo anterior, si existe un alto valor de DBO este indica que hay pérdida en la calidad del agua, debido a la disminución de oxígeno, ya que este es indispensable en el recurso, por tal motivo su desgaste crea afectaciones en el ecosistema, causando la pérdida de vida natural en el área impactada. En la industria de las curtiembres para las etapas del pelambre y la curtición de las pieles, los valores altos de DBO son causados por los desechos orgánicos generados en estas. Con respecto al recurso aire los impactos ambientales se deben a la presencia de sustancias tóxicas en la atmósfera causadas por la etapa de combustión y acabado, siendo las más nombradas el SO_x , los compuestos orgánicos volátiles (COV) y el material particulado [14].

Las afectaciones en los seres vivos causados por las aguas residuales, encaminó a investigadores de la Universidad de Pamplona a plantearse el objetivo de determinar la mutagenicidad y genotoxicidad, causado por la utilización de sustancias químicas como el cromo, plomo y mercurio. Obteniendo como resultados en las muestras analizadas un sustancial daño en el ADN en los linfocitos de los seres humanos [32].

Reconocimiento de estrategias de gestión ambiental

El aplicar gestión ambiental en las organizaciones, es un trabajo mancomunado de todas las partes involucradas con el desarrollo de la empresa hacia el entorno, como lo hace y para que lo hace genera un crecimiento de consolidación al negocio. Por tal motivo, controlando los impactos desde alternativas de mejora y preparación de estrategias de adecuación tecnológica, permite un soporte y prevención a los posibles inconvenientes en conjunto con la sostenibilidad ambiental [33].

Las curtiembres a raíz de los problemas ambientales que ocasiona permiten la acción de diferentes alternativas, que ayuden a mitigar, reducir y controlar los impactos en los recursos, entre ellos encontramos los sistemas de gestión ambiental y la investigación como principios de mejora a la solución de los daños.

Sistema de gestión ambiental en curtiembres

Según [34] citado por [16] Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) es la proyección, implementación y revisión de los procesos de una organización, con el fin de generar una mejora continua en los procedimientos y cumplir con los compromisos ambientales establecidos en su política y objetivos. Para el autor [35] el 60 % de las empresas en Ecuador cuenta con un SGA, lo cual genera un impacto positivo ya que han tomado conciencia con relación a la contaminación que se generan en su cadena de producción y así han podido



tomar acciones correctivas en el mejoramiento de sus procesos con el fin de cumplir con su compromiso con el medio ambiente, y el 40% de las empresas aunque no cuenten con un SGA, están en el proceso de revisión e implementación.

En Bogotá Según un estudio realizado por [36], la implementación de un SGA en la curtiembre en el sector de San Benito es de vital importancia y para lo cual empezó con un análisis en general de la empresa y sus procesos, revisando como se encuentra su estado actual en relación con el compromiso con el medio ambiente, lo cual encontró que no contaban con ningún registro ambiental, para lo cual procedió a generar capacitaciones de concientización y así poder empezar a implementar los requerimientos ambientales establecidos por la norma ISO 14001.

En estudios similares realizados por [16] y [37] a diferentes empresas del sector San Benito dieron a conocer la importancia de implementar un SGA empresa mediante capacitaciones, para así dar a entender en primera instancia el beneficio que obtendrían las empresas en cuanto a costos, se generaría una mejor visión de las curtiembres, se posicionarían en el mercado y lo más importante ayudarían a la mitigación de los impactos ambientales que estas ocasionan ya que hacen un buen aprovechamiento y disposición de los residuos y subproductos generados en sus procesos.

En el estudio realizado por [16] a la industria del cuero en la localidad de villa Pinzón de la ciudad de Bogotá, estableció las siguientes estrategias de mitigación y mejora en los procesos de las curtiembres:

- Realización de capacitaciones al equipo de trabajo tanto para concientizarlos frente al medio ambiente como a la seguridad y salud en el trabajo.
- Implementación de las Normas de Sistemas de Gestión Ambiental basadas en la ISO 14001 Y 14004
- Implementación de un SGA como una gran estrategia para el ahorro de costos y una mejor rentabilidad de la empresa
- Implementación de formatos de mantenimiento de los equipos
- Implementación de PTAR para la reutilización del agua en los procesos de curtiembre
- Sustitución de productos químicos con el fin de minimizar la contaminación
- Generación de ventas de aquellos subproductos generados como el: cuero para gelatinas, chicles o concentrados para animales, pelaje para fabricación de abono, vertidos líquidos para producción biogás.

En el sector de las curtiembres de la ciudad de Bogotá, se planteó una propuesta para la creación de un departamento de gestión ambiental (DGA), esto con el fin de generar participación por parte de profesionales con conocimientos ambientales que mediante innovación puedan mejorar los procesos productivos en las curtiembres para que no se lleguen a generar sanciones por el no cumplimiento de la normativa legal establecido. Por otro lado se busca que las pequeñas empresas eviten la contaminación del recurso hídrico,



minimización de desechos sólidos y ser más amigable con el medio ambiente [15]. Según datos repostados por la cámara de comercio de Bogotá en el año 2015, existen en los registros 679 empresas dedicadas a la curtición de piel, actualizados desde el año 2012 [38].

En un artículo realizado por [39] emplea una metodología de RSE para ser implementada a al sector de las curtiembres mediante la alianza entre la normativa ambiental, los ciudadanos y las externalidades negativas con el fin de darle la verdadera importancia al detrimento ambiental causado por estas industrias.

La investigación como estrategias de mitigación de impactos ambientales

En investigaciones realizadas con el fin de reducir la concentración de cromo en las aguas residuales generadas por la industria de las curtiembres se encontró con técnicas biotecnológicas como las siguientes.

- En un estudio realizado por [40], a escala de laboratorio, midió durante 21 días en condiciones controladas la capacidad que tiene la planta *Nymphaea alba L.* (*Nymphaeaceae*), en etapa vegetativa, para reducir el cromo en el residuo liquido de las curtiembres, todo esto como un tratamiento previo al vertido del efluente, como resultado obtuvo que es una técnica que se puede implementar en las industrias ya que es sostenible y ayuda al medio ambiente y su costo es bajo.
- Según [41] citado por [42] dice que el cromo hexavalente es un meta difícil de eliminar lo cual puso en estudio a hongos *Paecilomyces lilacinus* que en un medio con alta concentración de cromo obtuvo que generan resistencia y capacidad para degradarlo; 1g de este hongo es capaz de retener 100mg/L de cromo a 1h de incubación y 1000mg/L de cromo en 3h de incubación, con una temperatura optima de 50°C para la remoción total del metal en el residuo liquido de las industria de las curtiembres.
- Para investigaciones realizadas por [43] utilizó como planta tropical biorremediadora llamadas *índica* y *Canna glauca*, donde estas se adaptan muy bien al recurso agua y se dio cuenta la facilidad que tenían estas plantas para retener el cromo presente.

Para este estudio estableció una baja concentración de 400mg/L Cr en el cual se evidenció una mejor remoción del cromo ya que en presencia de cromo hexavalente las plantas se dañaban más rápido. Al mismo tiempo se comprobó que la eliminación del cromo era directamente proporcional entre la cantidad de plantas y la cantidad del efluente. Como resultado determinó la disminución de la contaminación en el efluente liquido producto del proceso de curtido.

- Para [44] la utilización de bacterias ácidofilas sulfo-oxidantes para la eliminación de cromo(III) en los vertidos de las curtiembres es una técnica eficiente, según el estudio realizado estas bacterias después de 144h biolixivia el cromo en un 98% a diferencia de la lixiviación química que solo removió el 91% bajo las mismas condiciones.



- Según el estudio realizado por [45], la producción de biogás es una alternativa bastante eficiente que busca la minimización de la utilización de gas producto de la explotación de combustibles fósiles, que genera un impacto negativo al medio ambiente. Por tal razón en este estudio se demuestra que un pretratamiento de la paja de trigo con el agua residual de curtiembre (con altos niveles de sulfato y cloruro) acelera la obtención de CH_4 , lo que reduce los costos de operación y tiempo de retención en una planta de biogás. De esta manera el pretratamiento de estos residuos líquidos desarrolla un método innovador y sostenible ya que le da un uso eficiente a un recurso contaminante.

CONCLUSIONES

Las curtiembres, como industria enmarcan una serie de propósitos en todas sus etapas de proceso, por tal motivo, aporta al sector un crecimiento consecuente, indicando ganancias económicas, pero por otro lado disocia la importancia de la conservación de los recursos naturales por los inconvenientes que les genera sus desechos, según datos estos problemas indican a este sector como el mayor gestor de impactos ambientales.

Los impactos son consecuencia de las actividades de alguna industria, en el sector de curtiduría, estos han estado presentes desde los inicios de su producción a causa del uso de sustancias químicas para la estabilización de los tejidos de la materia prima; el uso del cromo ha intervenido hasta el momento como el mayor agente contaminante en los recursos naturales, causando afectaciones principalmente a los recursos agua y suelo.

Como alternativas de mejora, mitigación y reducción de los impactos ambientales generados por esta industria, surge la necesidad, de buscar y ejecutar estrategias de progreso, que permitan remediar estos problemas; los sistemas de gestión ambiental, ha sido una de estas, partiendo de los lineamientos de la ISO 14001, diferentes empresas lo han establecido entre su organización, obteniendo resultados positivos como prestigio y cumplimiento con normatividades legales y ambientales, por otro lado la investigación como eje biorremediador a los desechos residuales, indican una visión de reutilización y oportunidad a las inconvenientes de las tenerías.

REFERENCIAS

- [1] J. Ramirez, «Evaluación de la gestión integral de residuos sólidos en las curtiembres de san benito», p. 25, 2014.
- [2] G. C. González, A. A. Alonso, y G. C. Torre-Marín, «Innovación tecnológica y curtiduría en el estado de Guanajuato», *Econ. Inf.*, vol. 402, pp. 66-79, 2017.
- [3] D. E. Zaragozá, «El impacto ambiental industriales: de las actividades el cambio necesario». pp. 55-63, 2008.



- [4] I. D. M. Martinez, «Evaluación ambiental de un Río. Estudio elaborado en el río Medellín (Colombia)», *ResearchGate*, February 2008, 2015.
- [5] L. Gisett y V. Talco, «Diseño de la fase de planificación de un sistema de gestión ambiental en la curtiembre Gilbert del 2016», 2017.
- [6] G. Ambiental *et al.*, «Propuesta para la implementación de un sistema de gestión ambiental, basado en la norma ISO 14001:2004, para disminuir el número de aspectos ambientales significativos en la empresa curtiembre Quimipel S.A.C. para el año 2014», 2015.
- [7] A. F. Suarez, C. A. Garcia, y M. L. Vaca, «Identificación y evaluación de la contaminación del agua por curtiembres en el municipio de Villapinzón», *Tecnura*, vol. 16, pp. 185-193, 2012.
- [8] N. Benitez-Campo, «Cleaner production and bioremediation for reduction of pollution in the industry of chrome tannery», *Rev. del Dr. Interinstitucional en Ciencias Ambient.*, vol. 2011, No. 1, pp. 25-31, 2011.
- [9] A. V. Thomson et al., JC Thomson , J. Azariah, «VijiImpacto de las industrias textiles en el río Noyyal y la calidad del agua subterránea ribereña en Tirupur, India Reinar.», *Monit. Evaluar*, vol. 18, pp. 359-368, 1999.
- [10] R. Colombiana y D. E. C. Animal, «Evaluación del proceso de desencalado de residuos de descarnes de un proceso de curtición Evaluation of the process of descarnes deliming waste of a process of tanning», vol. 9, No. 1 Supl 2, pp. 253-259, 2017.
- [11] M. Germillac, «Curtiembre», 2011.
- [12] J. Luis, C. Rivera, E. L. Residuo, L. D. E. Las, C. Estudio, y D. E. C. Cuenca, «Ciencia e Ingeniería Neogranadina», vol. 16, pp. 14-28, 2006.
- [13] J. A. Peña Rodón, «Gestión ambiental del agua en las empresas de curtiembre», 2006.
- [14] DAMA, «Unidad de Asistencia Técnica Ambiental para la Pequeña y Mediana Empresa – Acercar Industria», *Cámara Comer. Bogotá Avenida*, vol. 11, p. 21, 2004.
- [15] H. Una, P. Limpia, C. O. N. La, A. Administraciòn, y M. Sanchez, «Propuesta para el diseño, estructuración e implementación del departamento de gestión ambiental en la industria de curtiembres localizadas en el barrio san benito, Bogotá D.C», Universidad Minuto de Dios.
- [16] E. Murcia, «Estrategias para la mejora de los sistemas de gestión ambiental en la industria de las curtiembres en el municipio Villa Pinzón Cundinamarca», 2013.
- [17] S. A. S. Salinas, «Análisis de la cadena de cuero y sus manufacturas». 2002.



- [18] R. C. Miller, S., Gagnet, A. J. & Worden, «Reporte Técnico para la Industria de Curtiembres en el Perú», 1999.
- [19] Y. Calzado y M. Internacional, «Perfil de la cadena cuero y sus manufacturas, y calzado 1 1.», 2001.
- [20] S. Autor, «Consulta sobre cueros y pieles». p. 5, 2006.
- [21] L. Corredor-Rivera, «Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91116203>», 2006.
- [22] G. H. Taípe, «La industria de la curtiembre y su incidencia en el medio ambiente de la ciudad de Lima. 2012», Universidad Nacional de Callao, 2012.
- [23] M. de desarrollo Economico, «Los retos de la cadena del cuero, sus manufacturas y el calzado en el siglo XXI», 2001. [En línea]. Disponible en: Bogota, Colombia.
- [24] UNIC, «Italian National Union of Tanning Industry – Unione Nazionale Industria Conciaria. Rapporto Socio-Ambientale 2010», *Document in Italian*, 2010. [En línea]. Disponible en: www.unic.it.
- [25] L. Alibardi y R. Cossu, «Pre-treatment of tannery sludge for sustainable landfilling», *Waste Manag.*, vol. 52, pp. 202-211, 2016.
- [26] J. P. W. Amie L. Holmes, Sandra S. Wise, Stephen C. Pelsue, AbouEl-Makarim Aboueissa, Wilma Lingle, Jeffery Salisbury, Jamie Gallagher, «Chronic Exposure to Zinc Chromate Induces Centrosome Amplification and Spindle Assembly Checkpoint Bypass in Human Lung Fibroblasts», *NIH public access*, vol. 52, No. 2, pp. 162-165, 2011.
- [27] L. Shakir *et al.*, «Ecotoxicological risks associated with tannery effluent wastewater», *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, vol. 34, No. 2, pp. 180-191, 2012.
- [28] J. Escobari, V. Caro, y a Malky, «Problemática ambiental en Bolivia», *Udape*, 2002.
- [29] C. Barba-Ho, Luz Edith; Ballesteros, Yojana V.; Patiño, Paola J.; Ramírez Callejas, «Impacto generado por los vertimientos de las curtiembres en corrientes superficiales usando pruebas de toxicidad», *Ing. Recur. Nat. y del Ambient.*, vol. 12, pp. 79-90, 2013.
- [30] Á. Chávez Porras, «Descripción de la nocividad del cromo proveniente de la industria curtiembre y de las posibles formas de removerlo», *Rev. Ing. Univ. Medellin*, vol. 9, pp. 41-49, 2010.
- [31] S. Suthersan, «Evaluación de las tecnologías de tratamiento de aguas subterráneas contaminadas con Cromo», p. 105, 2007.
- [32] I. M. G. Alfonso Quijano Parra, Carol Castillo T, «Potencial Mutagénico Y



- Genotóxico De Aguas residuales de la curtiembre tasajero en la Ciudad De Cúcuta , Norte De Santander , Colombia», *UDCA*, vol. 18, pp. 13-20, 2015.
- [33] E. Huerta y J. García, «Estrategias de gestión ambiental : Una perspectiva de las organizaciones», *Clio Am.*, vol. Año 3, No. 5, pp. 15-30, 2009.
- [34] E. Martinez, «Gestion ambiental», vol. 1. 2003.
- [35] L. Hern *et al.*, «Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda” ISSN 1989-6794, N° 42-Julio 2016», 2010, pp. 54-74, 2016.
- [36] C. T. Ferney Guarnizo, Yerly Toro, Diana Hernandez, «Diseño de un sistema de gestión ambiental con base en la norma técnica ntc-iso 14001 version 2004 para la empresa “curtidos lince”», 2006.
- [37] L. Gisett y V. Talco, «DISEÑO DE LA FASE DE PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA CURTIEMBRE GILBERT DEL 2016», Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2017.
- [38] L. P. Tarazona, «Departamento de gestión ambiental en la pequeña y mediana empresa en Colombia y sus efectos sobre el estado del medio ambiente y sus recursos naturales locales. El caso del subsector de curtiembres en la ciudad de Bogotá», Universidad Militar Nueva Granada, 2015.
- [39] E. T. Concha, «Revista del Departamento Académico de Ciencias Administrativas noviembre 2009 Contabilidad de Gestión Banca y Finanzas Administración Formación Profesional», 2009.
- [40] A. Tancioni, M. R. Bruno, B. N. García, L. I. Bianchi, y J. H. Alvarez, «Método de remediación natural para completar la depuración de efluentes industriales contaminados con cromo vi.», No.1, 2000.
- [41] Y. B. San Martín, «Biorremediación: Una herramienta para el saneamiento de ecosistemas marinos contaminados con petróleo», *Biotechnol. Apl.*, vol. 28, No. 2, pp. 60-76, 2011.
- [42] S. Zhang *et al.*, «Remediación natural para completar la depuración del cromo (VI) en efluentes de curtiembres.», *Ecosistemas*, vol. 2, September, pp. 1689-1699, 2007.
- [43] M. M. A. D y D. Rafael, «Fitorremediación de aguas residuales conventivas de cromo con especies de la familia Cannaceae».
- [44] D. Fang, C. J. Jin, y L. X. Zhou, «Removal of Cr from tannery sludge by indigenous sulfur-oxidizing bacteria», *J. Environ. Sci. Heal. - Part A Toxic/Hazardous Subst. Environ. Eng.*, vol. 42, No. 13, pp. 2065-2069, 2007.
- [45] A. H. Vazifekhoran, S. G. Shin, y J. M. Triolo, «Use of tannery wastewater as an



alternative substrate and a pre-treatment medium for biogas production», *Bioresour. Technol.*, vol. 258, February, pp. 64-69, 2018.





CAPÍTULO 4

IMPACTOS EN EL SUELO GENERADOS POR LA MINERÍA A CIELO ABIERTO DE MATERIALES ARCILLOSOS EN COLOMBIA

Jessica Michael Serrano Rubio* y Anny Shirley Paredes Daza**

*jessicamichaelsr@ufps.edu.co, **annyshirleypd@ufps.edu.co

Resumen

La actividad minera constituye uno de los principales pilares de la economía colombiana, entre ellas se encuentra la explotación a cielo abierto de arcillas para la industria cerámica y ladrillera. No obstante, los impactos ambientales que conlleva el desarrollo de esta actividad son amplios. Pese a que en la mayoría de los estudios se evidencia que no existen controles que garanticen la sostenibilidad de la explotación del material, la tecnificación en los procesos de extracción es mínima y no se realiza la planificación de acciones de recuperación de las superficies afectadas una vez concluida la vida útil de la mina. A partir de la información obtenida se pudo analizar, estructurar y consolidar este documento, mediante el cual se pretende abordar la dinámica general del proceso minero, las condiciones actuales de la industria de materiales arcillosos en el país y exponer los impactos comúnmente generados en los suelos donde se desarrolla.

Palabras claves: minería a cielo abierto, arcillas, explotación, impactos

Abstract

The mining activity constitutes one of the main pillars of the Colombian economy, among them is the open-pit exploitation of clays for the ceramic and brick industry. However, the environmental impacts of the development of this activity are extensive. Several studies show that there are no controls that guarantee the sustainability of the process. The technification is minimal, and the recovery actions of the affected area are not carried out after the mine has fulfilled his time. From the information obtained it was possible to analyze, structure and consolidate this document, which aims to address the general dynamics of the mining process, the current conditions of the clay industry in the country and expose the impacts commonly generated in the soil where it develops.

Keywords: open pit mining, clays, exploitation, impacts

INTRODUCCIÓN

La demanda de materia prima en el mercado global ha impulsado notablemente la extracción de minerales, estableciendo la actividad minera como un elemento de amplio impacto en el desarrollo de un territorio. Se considera que más del 50% de la extracción de minerales a



nivel mundial se lleva a cabo en Asia, principalmente en China, con una producción de 4.750.485.692 toneladas en el 2014, siendo además el país que más aprovechamiento y uso hace de estos recursos, como se describe en recientes investigaciones realizadas sobre la aplicabilidad de minerales arcillosos en la industria [1]. En relación con esto, países como Estados Unidos, Rusia e India también contribuyen considerablemente en la producción y en el consumo global de minerales [2] [3].

En países latinoamericanos como Perú se ha impulsado gradualmente la minería aumentando su peso en el producto interno bruto (PBI) de un 4,5% en 1995 a un 14,5% en el 2007, e incrementando al mismo tiempo las exportaciones del sector a un 59% en el 2011 [4] [5], y siguiendo esa dinámica Brasil sobresalió como uno de los países en desarrollo que más contribuyó en el crecimiento mundial entre el 2006 y 2010 [6].

Colombia de la misma manera ha constituido este modelo como uno de los pilares principales de su economía [7], con un área total concesionada a títulos mineros de 5,34 millones de hectáreas, que representan el 4,68% del territorio [8] y sobre las cuales se ha permitido la utilización de distintos métodos de extracción que comprenden desde procesos tecnificados a otros más artesanales, realizados tanto por empresas legalmente constituidas como por empresas informales de menor tamaño, que han llegado a generar diferentes efectos ambientales sobre las áreas de influencia de la actividad [9], afectando también la productividad del sector agrícola, ganadero, y manufacturero, aunque logrando tener un significado importante y una trascendencia en la economía colombiana [10].

El crecimiento progresivo del país y la expansión urbanística en las principales ciudades han generado la necesidad de extraer materiales para la construcción como la arcilla, arena, grava, entre otros. En efecto, esta explotación acelerada e incontrolada de materiales, principalmente arcillosos que se efectúan a cielo abierto y son utilizados para la industria cerámica y ladrillera, ha afectado notablemente diversos ecosistemas ocasionando pérdida de biodiversidad, contaminación de cuerpos de agua y cambios en los usos del suelo [11] debido a la pérdida de productividad y los procesos de degradación que se terminan dando [12].

A continuación, se presenta una revisión de literatura cuya finalidad es reconocer la dinámica del sector minero, abordar la temática existente con respecto a la explotación a cielo abierto de materiales arcillosos en Colombia y reconocer las principales consecuencias o impactos asociados al uso y manejo del suelo pese al desarrollo de esta actividad.

METODOLOGÍA

La metodología fue estructurada por etapas, la primera, de recolección de información a través de la búsqueda bibliográfica en bases de datos especializadas: SciELO, ScienceDirect y Redalyc; repositorios virtuales de Universidades y portales web como Google Academic.



La segunda y tercera etapas consistieron en la valoración de los documentos debidamente organizados y la consolidación de la información en un artículo de revisión según el tema y subtemas abordados respectivamente.

Generalidades de la actividad minera

Los recursos naturales en relación con el desarrollo sostenible en las distintas sociedades, involucra el ámbito económico, determinando si el capital (dinero, trabajo, necesidades básicas) sustituye los ecosistemas naturales. Actualmente, los ecosistemas proveen desde sus componentes abióticos como el agua, el aire, y el suelo diversos servicios hasta el otorgamiento de recursos para el desarrollo de la vida [13].

La extracción de minerales es económicamente primordial no solo para proveer materia prima sino porque se establece como una de las fuentes de trabajo directo e indirecto en todos los sectores [14] y según la dimensión del proyecto minero o la cantidad de producción puede ser artesanal, pequeña, mediana o de gran escala [15], [16]. No obstante, la industria tiene la particularidad de generar fuertes impactos [17], con un alto el costo ambiental, pese a que no hay restricciones en cuanto a las acciones directas en las áreas donde se ejecutan las actividades extractivas.

De acuerdo con [18] se cree que la actividad minera está particularmente sujeta a más riesgos que otras actividades empresariales e industriales, debido a su incertidumbre, complejidad y alto costo. Por lo cual, sin las medidas adecuadas ni una tecnificación de sus procesos se establece como una amenaza para la conservación de los recursos y las comunidades mismas.

En Latinoamérica, se ha visto un crecimiento gradual en la extracción minera, una actividad enriquecedora económicamente, pero con una serie de problemas en el medio ambiente por la acumulación de sus impactos en determinados territorios [19], como es el caso de la minería realizada a cielo abierto que consiste en remover la cobertura vegetal del suelo y determinadas cantidades de subsuelo generando una gran magnitud de conflictos ambientales y sociales [20] [21], y se ubican en varios países de la región constituyendo el 22% de las minas a cielo abierto del mundo [22].

Por último, la ilegalidad y/o informalidad en gran medida se da en la minería a pequeña escala surgiendo como respuesta a la ausencia por parte de las autoridades y a las condiciones socioeconómicas en las que las comunidades se encuentran, lo que conlleva a que los mineros desarrollen estas actividades como forma de subsistencia implementando prácticas manuales, rudimentarias y poco tecnificadas en los procesos de extracción, como se constató en gran parte de los municipios colombianos donde se llevan se cabo estas actividades dentro de las cuales se encuentra la minería a cielo abierto de materiales de construcción en pequeñas canteras y no se hace uso de equipos mecanizados. No obstante, en contraposición a eso hay países tales como Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela que mediante la implementación de políticas apoyan



la minería a pequeña escala con el fin de sacar de la ilegalidad e informalidad a los mineros [15].

La industria de materiales de arcillosos

La aplicabilidad científica y tecnológica de los minerales arcillosos a lo largo de la historia cubre amplios temas [23], sin embargo en la actualidad uno de los mayores aprovechamientos que se le hace a este recurso es en el sector de la construcción, puesto que las arcillas son usadas como materia prima en la elaboración de la industria cerámica y ladrillera del mundo, principalmente, dado a la particularidad en su propia naturaleza, en sus características fisicoquímicas y mineralógicas [24] [25].

Un amplio número de estudios se han efectuado con el fin de determinar la variedad de aplicaciones a las que pueden ser sometidos los materiales arcillosos en las industrias [26]. Turquía es uno de los mercados económicos más importantes de la industria cerámica [27], sus regiones tiene una tradición cerámica, aunque en Denizli también fabrican cemento a partir de depósitos con arcilla de diversos tipos y en diferentes cantidades, las cuales se pueden juntar para fabricar dicho producto [28].

Mientras tanto en Latinoamérica, Brasil es considerado como uno de los mayores productores y consumidores de cerámica arcillosa del mundo, caracterizado por contar con gran diversidad de depósitos naturales como la arcilla aluvial, lo que ha motivado el desarrollo de un sector cerámico para la fabricación de ladrillos y tejas que comprende desde pequeñas a medianas industrias con una producción total estimada en más de 100 millones de piezas/mes [25].

Colombia por su parte en los últimos años ha venido creciendo y dinamizando el sector de la construcción, contando con un aumento en el 2016 en la demanda de ladrillos en comparación al año 2015 [29] y destacándose la industria ladrillera, específicamente del norte del Cauca, por la tecnificación, la maximización en la productividad y mejora constante en la calidad, en el mercado y comercialización de productos tales como ladrillos estructurales, calados, pisos y molduras, que tienen como materia prima la arcilla [30]. Adicionalmente, los conglomerados industriales contribuyen a la generación de empleo directo e indirecto y asociados a estos se encuentra el área metropolitana de Cúcuta que es categorizada por ser una de las regiones con mayor productividad en la industria compuesta de arcilla y derivados [31].

De acuerdo con el análisis de escenarios futuros a nivel nacional para los materiales arcillosos en el mercado, teniendo en cuenta el crecimiento anual promedio, se estima que la demanda de arcillas ascenderá de 3.041.000 toneladas en el 2015 a 3.352.000 toneladas en el 2023, y de acuerdo con el comportamiento observado en 24 ciudades del país se concluye que en las ciudades intermedias o emergentes la demanda es más dinámica, lo cual es explicado por el alto consumo de materiales de construcción jalonado al desarrollo de su territorial, mientras



que en las ciudades grandes como Bogotá, Medellín y Cali se presentan crecimientos más moderados puesto que ya han consolidado en gran parte su infraestructura urbana. Por otro lado, la oferta analizada se encuentra en un promedio del 49% por encima de la demanda de las ciudades evaluadas, lo cual obedece a que algunas regiones que por las características de sus suelos cuentan con amplia disponibilidad del recurso como por ejemplo, Norte de Santander, Huila, Risaralda o Antioquia puedan proveer de materiales a otros centros de consumo [32].

Minería ilegal

La ilegalidad minera, es considerada como aquellas actividades que desarrollan exploración y explotación de minerales sin contar con el respectivo título minero y/o licencia, autorización o concesión por parte de las autoridades mineras y ambientales [15], y suele ser llevada a cabo con medidas de seguridad industrial y ambiental deficientes [33]. Con respecto a lo anterior, los requisitos para obtener las correspondientes autorizaciones deben cumplirse tanto en los proyectos mineros de gran escala como los de pequeña. Esta última, caracterizada por operar normalmente con la utilización intensiva de mano de obra y en algunos casos, con máquinas y herramientas simples, portátiles y rudimentarias, poco técnicas, y que además conforme a lo mencionado por [34] este tipo de minería constituye la mayoría de las actividades ejecutadas en Colombia en comparación a las otras escalas de producción; puesto que de las 14.357 minas existentes en el 2011, el 72% representan las minas pequeñas, el 26% las medianas y el 2% las grandes. Asimismo, se indicó que el 66% de la actividad constituye las de minas a pequeña escala que no cuentan con título minero y se evidenció que el mayor porcentaje de ilegalidad en la actividad minera de pequeña escala corresponde al oro (86%), seguido de los materiales de construcción (61%), el carbón (42%) y las piedras preciosas (16%). Y los empleos promovidos por parte de la minería en Colombia tiene su fuente de generación principalmente en la minería ilegal, puesto que representa cerca del 53% de la oferta de trabajo, correspondiendo el 20% a los pequeños mineros.

Las prácticas ilegales de extracción de minerales, el incumplimiento de las obligaciones ambientales y sociales derivadas de la legislación y de los instrumentos minero-ambientales vienen desarrollando una serie de impactos sociales y ambientales acumulativos, residuales y sinérgicos como consecuencia de la explotación indiscriminada de los recursos en el país. Siendo la minería ilegal y/o informal, especialmente la relacionada con la explotación de zonas ricas en materiales arcillosos que ha venido creciendo en los últimos años, la que ha acarreado múltiples problemas ambientales, afectando en gran medida los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de diferentes regiones, al no efectuarse medidas de manejo ni ningún tipo de control y/o actividades encaminadas a prevenir, mitigar y compensar los daños ambientales [29] llegando a ser considerada tan perjudicial como la minería a gran escala.



En vista a eso, [35] reconoce la importancia de considerar acciones conjuntas por parte de las autoridades en programas de sensibilización hacia la legalidad, que incluyan gestión administrativa y de recursos, formación y asesoría técnica para mejorar la organización, la producción, la protección al personal y disminución del efecto adverso al medio ambiente.

Impactos en el suelo

El suelo es uno de los componentes esenciales para el desarrollo de la vida, y del cual depende la salud de las personas, la flora y fauna que interactúan sobre él, así como las potencialidades del desarrollo económico y social de las comunidades que se benefician de este [36]. Cualquier sistema de extracción minera bien sea a pequeña o gran escala producen un grado de modificación de las superficies donde se ejecutan [37], es por esto que se hace fundamental comprender la magnitud de los impactos en el ambiente y la sociedad del uso y manejo del suelo [38]. En su investigación, [39] señala que un constituyente primordial en el suelo es la arcilla y la materia orgánica para su estructura, puesto que fundamentan la estabilidad y son actores en la fusión de las partículas minerales para el establecimiento de su disposición. Sin embargo, este componente abiótico es explotado con demasiada frecuencia con una visión a corto plazo y sin considerar el carácter irreversible de muchas de las alteraciones que se producen [40]. Es así como [36] [41][42], sostienen que la extracción de arcilla a cielo abierto es una de las fuentes que ofrece cambios de gran magnitud en las características del suelo, con efectos que pueden ser diversos, variar con el tiempo e incluso con las condiciones climáticas, y por esto, [43] afirma que no solo es importante el aprovechamiento sostenible de los recursos mineros, sino también la estimación correcta, durante la planificación, de los costes que tendrá la operación de la actividad.

En las explotaciones mineras a cielo abierto el rendimiento de la producción se ve traducido en el volumen de tierras removidas, originando alteraciones en el paisaje y el equilibrio natural, sin contar las tierras industrialmente no utilizables y que necesariamente deben ser retiradas, y escombreras producidas por el asentamiento de las enormes acumulaciones de residuos que se depositan en los alrededores de la explotación [40]. Según el análisis de la información encontrada se especifica que las afectaciones más comunes son la pérdida de la cobertura vegetal, las variaciones geomorfológicas con serios procesos degradación, erosión, desertificación, deterioro estético del paisaje, inestabilidad en el terreno lo que podría ocasionar además inconvenientes por eventos de remoción en masa, debido a las excavaciones y asentamientos que se realicen durante la actividad, los cambios en las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo, afectando de manera indirecta a la atmosfera y cuerpos hídricos. Adicional a esto se encuentra frecuente el cambio de uso de suelo una vez cesada la actividad minera [12][43][44].

Por lo anterior, se hace indispensable evaluar las condiciones de suelo, realizar acciones de monitoreo durante la etapa de operación, además, determinar los inconvenientes sobre la salud y la economía de la zona, como acciones encaminadas a la reducción de riesgos [45].



De la misma forma, se deben implementar medidas para restaurar, mitigar y compensar un daño ambiental producto de la intervención minera que se realizó y que ya ha sido inactivada [46]; porque, aunque se suspendan las actividades humanas y se excluya el factor de perturbación e inicie un proceso de restauración, sigue teniendo efectos en el ambiente y pueden incidir en la calidad de vida y en los bienes y servicios de las comunidades cercanas [39] [40], justamente a fin de minimizar los efectos es necesaria la realización de acciones específicas que estimulen el proceso de recuperación del sistema natural [20][48].

CONCLUSIONES

La minería es una de las actividades que aporta considerablemente a la economía colombiana, debido a la alta demanda de materia prima en el contexto nacional e internacional; sin embargo, la extracción a cielo abierto está particularmente sujeta a más riesgos que otras actividades, debido a la complejidad y el alto costo en la tecnificación de los procesos, lo que conlleva a los pequeños mineros a utilizar técnicas manuales, más rudimentarias, sin tener en cuenta el carácter de ilegalidad o informalidad que se propicia.

Es la misma ilegalidad y/o informalidad la causa de la insostenibilidad en la ejecución de los diversos proyectos mineros que sin importar la escala al no efectuar medidas que disminuyan el impacto o lo mitiguen genera desequilibrios entre los componentes ambientales, al ocasionar problemas sobre el suelo tras la acumulación de impactos en su mayoría durante la etapa de explotación.

Respectivamente, los impactos en el uso del suelo generados por la minería a cielo abierto de arcilla comprenden principalmente cambios en su geomorfología como la degradación, erosión, desertificación, deterioro del paisaje e inestabilidad del terreno; en sus condiciones fisicoquímicas y en su uso. Siendo en algunas ocasiones irreversibles los daños, puesto que no se implementan planes de recuperación tras el cierre e inactividad de la mina, lo que puede llegar a sumar con el tiempo mayores problemas no solo ambientales sino también sociales y económicos.

REFERENCIAS

- [1] C. H. Zhou, L. Z. Zhao, A. Q. Wang, T. H. Chen, and H. P. He, "Current fundamental and applied research into clay minerals in China," *Appl. Clay Sci.*, vol. 119, pp. 3–7, 2015.
- [2] A. R. Chakhmouradian and F. Wall, "Rare earth elements: Minerals, mines, magnets (and more)," *Elements*, vol. 8, no. 5, pp. 333–340, 2012.
- [3] C. Reichl, M. Schatz, and G. Zsak, "World Mining Data," *Miner. Prod. Int. Organ. Comm. World Min. Congr.*, vol. 31, pp. 1–255, 2016.
- [4] M. Glave, *La minería peruana: lo que sabemos y lo que aún nos falta saber*. 2007.
- [5] Macroconsult, *Impacto Económico de la Minería en el Perú*. 2012.



- [6] D. M. Rojas, “La región andina en la geopolítica de los recursos estratégicos,” *Análisis Político*, vol. 83, pp. 88–107, 2015.
- [7] Á. M. L. R. Latorre and M. H. T. Tovar, “Explotación minera y sus impactos ambientales y en salud. El caso de Potosí en Bogotá,” *Saúde em Debate*, vol. 41, no. 112, pp. 77–91, 2017.
- [8] UPME and UIS, “Estimación de áreas intervenidas, consumo de agua, energía eléctrica y costos de producción en minas en etapa de explotación,” 2014.
- [9] C. Mahecha, “Caracterización de la fase de cierre y abandono de la mina La Fiscala, bajo el enfoque de la restauración ecológica,” Universidad Militar Nueva Granada, 2015.
- [10] A. Martínez and T. Aguilar, *Estudio Sobre los Impactos Socio-Económicos del Sector Minero en Colombia: Encadenamientos Sectoriales*, vol. 47. 2013.
- [11] J. Barrera-Cataño, C. Campos, and S. Montoya, “Experiencias piloto de restauración ecológica de canteras mediante el uso de biosólidos como enmienda orgánica en Bogotá,” *Univ. Sci.*, vol. 12, pp. 51–60, 2007.
- [12] J.M. Becerril et al, “Especies nativas de suelos contaminados por metales: aspectos ecofisiológicos y su uso en fitorremediación,” *Ecosistemas*, vol. 16, no. 2, pp. 50–55, 2007.
- [13] P. Ekins, S. Simon, L. Deutsch, C. Folke, and R. De Groot, “A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability,” *Ecol. Econ.*, vol. 44, no. 2–3, pp. 165–185, 2003.
- [14] C. Forero and L. Rober, “Indicadores de sostenibilidad en la industria de agregados: la experiencia colombiana,” in *Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Mineral*, 2012, pp. 471–492.
- [15] L. Güiza Suárez, “La Minería Manual En Colombia: Una Comparación Con América Latina,” *Boletín Ciencias la Tierra*, no. 35, pp. 37–44, 2014.
- [16] J. Ollivier, “El problema del rezago tecnológico de las microempresas industriales y alternativas de solución,” *Contaduría y Adm.*, no. 221, pp. 137–160, 2007.
- [17] G. Galafassi and A. Dimitriu, “El Plan ‘ B ’ de los Capitales Mineros,” *Rev. THEOMAI*, no. 15, p. 9, 2007.
- [18] U. Chinbat, “Using simulation for reducing risk of a Mining optimization project,” *Int. J. Simul. Model.*, vol. 8, no. 3, pp. 166–177, 2009.
- [19] O. Pérez, M. Margarita, and V. Betancur, “Impactos ocasionados por el desarrollo de la actividad minera al entorno natural y situación actual de Colombia The impact of



- mining on the natural environment and current situation of Colombia,” *Soc. y Ambient.*, vol. 10, no. 2007–6576, pp. 95–112, 2016.
- [20] J. J. Marroquín, E. Alanís, J. Jiménez, O. A. Aguirre, J. M. Mata, and A. Collantes, “Composición Florística Y Diversidad De Un Área Restaurada Post-Minería En El Matorral Espinoso Tamaulipeco,” *Polibotánica*, vol. 0, no. 42, pp. 1–17, 2016.
- [21] L. E. Sandoval, M. Marín, and A. M. Almanza, “Explotación De Recursos Naturales Y Conflicto En Colombia.,” *Econ. Inst.*, vol. 19, no. 37, pp. 201–225, 2017.
- [22] D. S. Hammond, J. Rosales, and P. E. Ouboter, “Gestión del Impacto de la Explotación Minera a Cielo Abierto sobre el Agua Dulce en América Latina,” 2013.
- [23] C. H. Zhou and J. Keeling, “Fundamental and applied research on clay minerals: From climate and environment to nanotechnology,” *Appl. Clay Sci.*, vol. 74, pp. 3–9, 2013.
- [24] B. Bauluz, M. J. Mayayo, C. Fernández-Nieto, G. Cultrone, and J. M. Gonzalez Lopez, “Assessment of technological properties of calcareous and non-calcareous clays used for the brick-making industry of Zaragoza (Spain),” *Appl. Clay Sci.*, vol. 24, no. 1–2, pp. 121–126, 2003.
- [25] C. M. F. Vieira, R. Sánchez, and S. N. Monteiro, “Characteristics of clays and properties of building ceramics in the state of Rio de Janeiro, Brazil,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 22, no. 5, pp. 781–787, 2008.
- [26] S. Boussen, D. Sghaier, F. Chaabani, B. Jamoussi, and A. Bennour, “Characteristics and industrial application of the Lower Cretaceous clay deposits (Bouhedma Formation), Southeast Tunisia: Potential use for the manufacturing of ceramic tiles and bricks,” *Appl. Clay Sci.*, vol. 123, pp. 210–221, 2016.
- [27] H. Celik, “Technological characterization and industrial application of two Turkish clays for the ceramic industry,” *Appl. Clay Sci.*, vol. 50, no. 2, pp. 245–254, 2010.
- [28] B. Semiz, “Characteristics of clay-rich raw materials for ceramic applications in Denizli region (Western Anatolia),” *Appl. Clay Sci.*, vol. 137, pp. 83–93, 2017.
- [29] D. D. López Juvinao and M. M. Salazar Morrón, “Evaluación de impacto ambiental en la mina artesanal de arcilla, Santa Cruz en el municipio de Manaure, la Guajira,” *Investig. E Innov. En Ing.*, vol. 4, no. 2, pp. 8–23, 2016.
- [30] R. Garcés and W. Garcés, “Caracterización de las arcillas del norte del Cauca , Colombia enclave para la optimización del proceso productivo de la industria ladrillera,” *Journal Ciencia e Ing.*, vol. 9, no. 1, pp. 34–41, 2017.
- [31] D. C. Alvarez-rozo, J. Sánchez-molina, F. A. Corpas-iglesias, and F. Gelves, “Características de las materias primas usadas por las empresas del sector cerámico del área metropolitana de Cúcuta (Colombia),” *Boletín la Soc. Española Cerámica y*



Vidr., pp. 1–10, 2018.

- [32] U. de P. M. Energetica, “Evaluación de la situación y de los escenarios futuros de los materiales de construcción y arcillas en las ciudades de Ibagué, Pasto, Tunja, Neiva, Popayan, Riohacha, Quibdó y Florencia,” 2015.
- [33] R. N. Sousa, M. M. Veiga, J. Meech, J. Jokinen, and A. J. Sousa, “A simplified matrix of environmental impacts to support an intervention program in a small-scale mining site,” *J. Clean. Prod.*, vol. 19, no. 6–7, pp. 580–587, 2011.
- [34] L. Güiza, “La pequeña minería en colombia: una actividad no tan pequeña,” *Rev. DYNA*, vol. 80, no. 181, pp. 109–117, 2013.
- [35] M. S. Silva and L. A. Z. Valencia, “Impacto Ambiental y Gestión del Riesgo de Ladrilleras en la vereda Los Gómez de Itagüí,” *Cuad. Act.*, vol. 0, no. 5, pp. 109–123, 2013.
- [36] M. Guerrero and V. Pineda, “Contaminación del suelo en la zona minera de Rasgatá Bajo (Tausa). Modelo conceptual,” *Cienc. e Ing. Neogranadina*, vol. 26, no. 1, p. 57, 2016.
- [37] V. V. Posada and G. F. Sepúlveda, “Sostenibilidad Y Repercusión En El Medio Ambiente . Extraction of Mineral Resources in Eastern Antioquia : Sustainability and Environmental Impact,” pp. 97–106, 2012.
- [38] D. S. Hammond and R. J. Zagt, “Considering Background Condition Effects in Tailoring Tropical Forest Management Systems for Sustainability,” vol. 11, no. 1, 2006.
- [39] J. M. Oades, “Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management,” *Plant Soil*, vol. 76, no. 1984, pp. 319–337, 2003.
- [40] M. Aramburu and M. Escribano, “Restauración de zonas naturales alteradas por actividades mineras a cielo abierto,” *Inf. la construcción*, vol. 42, p. 9, 1990.
- [41] D. Garraín, V. Franco, M. Carlos, and R. Vidal, “Impacto medioambiental sobre el uso del suelo de las minas de extracción de materias primas cerámicas en el marco del análisis de ciclo de vida,” in *Qualicer '10*, pp. 1–4.
- [42] R. Matos, “Los impactos sobre la salud humana de los polvos de minerales y el desarrollo sustentable de la minería como alternativa para mitigar sus efectos,” *Rev. Futur.*, no. 18, pp. 1–16, 2007.
- [43] M. E. Guerrero Useda, “Minería de carbón en la Sabana de Bogotá: ¿podría ser sostenible?,” *Iiec*, vol. 3, no. 2, pp. 11–16, 2014.
- [44] M. Cuentas, “Evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por la actividad



minera en La Rinconada Puno,” Universidad de Piura, 2009.

- [45] S. J. Mangena and A. C. Brent, “Application of a Life Cycle Impact Assessment framework to evaluate and compare environmental performances with economic values of supplied coal products,” *J. Clean. Prod.*, vol. 14, no. 12–13 SPEC. ISS., pp. 1071–1084, 2006.
- [46] M. A. Aramburo and Y. Olaya, “Problemática de los pasivos ambientales,” *Gestión y Ambient.*, vol. 15, no. 3, pp. 125–133, 2012.
- [47] R. Worrall, D. Neil, D. Brereton, and D. Mulligan, “Towards a sustainability criteria and indicators framework for legacy mine land,” *J. Clean. Prod.*, vol. 17, no. 16, pp. 1426–1434, 2009.
- [48] N. Bruzón Sánchez, A. Matos Viñales, and C. Milián Padrón, “Prueba de especies forestales en áreas devastadas por la minería a cielo abierto en Holguín,” *Cent. Agric.*, no. 1, pp. 80–83, 2003.



CAPÍTULO 5

SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA) COMO ESTRATEGIA PARA EL MANEJO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN LA EXPLOTACIÓN MINERA DEL ORO EN COLOMBIA

Ximena Ascanio Valenzuela* y Sergio Jáuregui Sánchez**

*ximenaav@ufps.edu.co, **sergiojs@ufps.edu.co

Resumen

En este artículo de revisión se examinan los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) como estrategia de manejo de los impactos ambientales de la explotación minera del oro. Para esto se parte de la revisión de las generalidades de la minería en Colombia, pasando por la descripción de los impactos ambientales generados en las etapas de este tipo de proyecto, incluyendo la revisión y recopilación de información relacionada con SGA como estrategia de mitigación de impactos ambientales en la minería del oro, en la cual se recopilan conceptos de empresa y medio ambiente, las etapas del ciclo PHVA, motivaciones existentes en la minería del oro con la responsabilidad medioambiental y social en Colombia, Estados Unidos, Ecuador y África. Finalmente se hace una definición de las ventajas adquiridas tras la implementación de un SGA. A partir de la información recopilada se puede afirmar que Colombia no posee experiencia en la integración de tecnologías y estrategias que sean ambientalmente amigables, lo anterior ocurre debido a diversas barreras como: la capacidad económica, el alto porcentaje de ilegalidad, la escasa toma de conciencia ambiental, la responsabilidad social empresarial, la falta de compromiso y rigidez por parte del estado. Teniendo en cuenta lo anterior es necesario iniciar con la implementación de un SGA para preparar e involucrar a las empresas en el campo de la innovación y prácticas ambientalmente sostenibles.

Palabras Clave: Minería del oro, Sistema de Gestión Ambiental, estrategias de gestión ambiental, mercurio, impactos ambientales.

Abstract

In this review article, we evaluate the Environmental Management Systems (EMS) as a strategy for managing the environmental impacts of gold mining. A review of the Colombian mining generalities is made through their environmental impacts, including the review and collection of information related to SGA as a strategy to mitigate environmental impacts in gold mining. Business and environmental concepts are gathered, the stages of the PHVA cycle, existing motivations in gold mining with the environmental and social responsibility in Colombia, the United States, Ecuador and Africa. Finally, a definition of the advantages of EMS is made. Based on the information gathered, it can be stated that Colombia does not



have experience in the integration of technologies and strategies that are environmentally friendly. This occurs due to various barriers such as economic capacity, a high percentage of illegality, low awareness environmental, corporate social responsibility, lack of commitment and rigidity on the part of the state.

Keywords: Gold mining, Environmental Management System, environmental management strategies, mercury, environmental impacts.

INTRODUCCIÓN

La minería ha sido una actividad extractiva importante y fuente de gran riqueza económica pero que a su vez involucra problemas sociales y ambientales[1], esta ha sido definida como aquellas técnicas y actividades que involucran a la exploración y explotación de depósitos minerales, en la cual se incluyen operaciones a cielo abierto (se realizan en la superficie), canteras (se obtienen rocas industriales), dragado aluvial (extracción bajo el agua) y operaciones combinadas concierne al tratamiento y la transformación bajo tierra o en la superficie [2].

A través de la información suministrada por los entes regulatorios del sector minero en Colombia como el Ministerio de Minas y las dependencias de apoyo en las direcciones técnicas de Minería empresarial y Energía, Agencia Nacional de Minería, Servicio Geológico Colombiano y la Unidad de Planeación Minero Energética-UPME.[3], se establece que Colombia tiene un potencial para el desarrollo minero, no obstante requiere de la implementación de aspectos legales, competitivos y económicos que le facilite mejorar su posicionamiento a nivel de Suramérica, así como lo hacen Chile, Perú y Brasil. El sector de minas y canteras ha obtenido una decadencia en la participación del Producto Interno Bruto (PIB), ya que en el año 2014 obtuvo una participación aproximada del 7,25% y para el segundo trimestre del año 2017 del 6,03% al PIB total [4], de acuerdo con el DANE la explotación del oro obtuvo una participación porcentual en las exportaciones minero energéticas del 5,02% para el año 2012. [5], por otro lado Cárdenas y Reina (2008) expresan que la producción en Colombia la encabeza el subsector del carbón con 51,8%; en seguida el níquel con 21,2%; el oro con 14,6% y materiales de construcción con el 5,3%.[6].En cuanto a las exportaciones por mineral la encabeza el carbón, en seguida del oro y ferróníquel; el valor de las exportaciones para el año 2017 del oro fue de 511,93 millones de dólares Free On Board (franco a bordo FOB) [4].

Al referirse al sector minero, se deben abarcar los impactos ambientales que repercuten en el ambiente; considerando que la producción del oro es una de las actividades que más llama la atención, ya que es catalogada como la fuente antropogénica más grande del mundo en cuanto a emisión de mercurio [7],[8],[9]; debido a que en el proceso de amalgamación del oro, es decir la separación del oro de los minerales no metálicos de la mena mediante el mojado de las superficies metálicas por el mercurio [2], se liberan entre 1.000 y 1.600 toneladas de mercurio metálico al año, que comúnmente da como derivación la degradación ambiental y



las malas condiciones de los asentamientos humanos [10], [11] Por otro lado también influye la salud en los trabajadores ya que de acuerdo con la evaluación ambiental y de salud en un área de minería a pequeña escala en Tanzania realizado por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) en el año 2003, se encontró que el nivel de carga corporal de mercurio fueron estadísticamente altas en la población expuesta a la amalgamación con mercurio mostrando niveles por encima de los límites umbrales toxicológicos. [12] Ahora bien, de acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT), millones de personas de los países en desarrollo dependen de esta actividad para su subsistencia entre los que se encuentran un millón de niños en edades de 5 a 7 años en todo el mundo, los cuales están expuestos al mercurio y sus efectos. [13][14].

Los sistemas de gestión ambiental surgen como una herramienta de voluntaria aplicación, con el objetivo de mejorar el desempeño ambiental en las organizaciones mediante el enfoque integrado y sistemático para abordar los problemas ambientales [15], de igual forma se ha transformado en un soporte vital para las políticas ambientales obligatorias en base a la regulación y legislación [16], lo que ha traído un incremento en la producción y el consumo a través de soluciones tecnológicas que traen consigo una mejora significativa en la eficiencia permitiendo afrontar los desafíos ambientales que se presentan en la actualidad [17], gracias a esto la norma ISO 14001 ha ganado la atención mundial en las últimas décadas [18].

Concepto y contextualización de la minería en Colombia

La minería es definida por [2] como las técnicas y actividades relacionadas con la exploración y explotación de yacimientos minerales. Este término se encuentra relacionado con las actividades que se llevan a cabo para lograr la extracción de la roca o el mineral explotado. En la práctica se puede llevar a cabo de diversas formas como lo son a cielo abierto, cantera y dragado aluvial. A su vez al referirse a la minería respecto a la legitimidad del proceso esta se dividirá en minería legal que es desarrollada por empresas legalmente constituidas que cumplen a cabalidad con los requisitos, permisos y concesiones que se establecen en la normativa, contando con el título minero que les confiere el derecho a explorar y explotar minas de propiedad estatal [2], [19]. Por otro lado se tiene la minería ilegal, que sin contar con un título minero lleva a cabo actividades de exploración y explotación, desarrollando sus actividades fuera de los mecanismos de control del estado y cabe señalar que aunque cuenten con los medios para desarrollarse legalmente continúan al margen de la ley [2], [20].

La minería es clasificada de acuerdo a su economía como grande, mediana y pequeña escala en la cual el tipo de minería legal es caracterizada como mediana y gran escala; la criminal, ilegal e informal como mediana escala y la tradicional y el barequeo como pequeña escala[21]. La minería en Colombia es llevada a cabo en su mayoría en una escala pequeña de acuerdo con los resultados obtenidos en el censo minero realizado en el periodo 2009-2011, por lo tanto en escalas de producción del total de minas en funcionamiento (14.357), el 72% son pequeñas minerías (10.384), el 26% medianas (3.749) y el 2% grandes (208).[22]



A nivel nacional los departamentos con mayor número de minas ya sea de cualquier tipo de materiales de explotación a pequeña escala son: Boyacá con 2.024 minas, Antioquia (1.395), Bolívar (967), Santander (954), Cundinamarca (764) y Magdalena con 505 minas. Los minerales extraídos en la pequeña minería son: el 53% material de construcción, el 30% de oro, el 15% de carbón y el 2% de piedras preciosas; Aproximadamente 6 813 de estas pequeñas minas no cuentan con el título minero por lo cual son catalogadas como ilegales, constituyendo el 66% de esta actividad.[23]. La Minería ilegal es desarrollada bajo circunstancias que no permiten que los entes de control mantengan una vigilancia y supervisión perjudicando el postulado del desarrollo sostenible en Colombia. [24]; de acuerdo al censo minero realizado por el ministerio de minas y energía el 63% de la minería es ilegal en el país.[3]. Entre los departamentos con mayores porcentajes de ilegalidad minera se encuentran: Chocó, La Guajira y Magdalena con el 100% de ilegalidad; el 95% para Córdoba, el 92% para Bolívar, el 91% para Atlántico y Risaralda, el 90% para Cauca y el 85% para Antioquia [23]. El mayor porcentaje de ilegalidad minera clasificado por tipo de material extraído le corresponde al oro con un 86%, en seguida los materiales de construcción con un 61%, el carbón del 42% y finalmente las piedras preciosas del 16%. [23]. Además cabe mencionar que el porcentaje de Unidades de Producción Minera (UPM) de oro con título minero es del 13,3 % equivalente a 549 UPM y sin título minero es del 86,7 % equivalente a 3.584 UPM.[23]

Los metales preciosos como el oro representan la mayor proporción de hectáreas concedidas para exploración y explotación con un aproximado de 2'365.500 ha, por lo que se deduce que es una de las principales actividades mineras en Colombia, generando de acuerdo con las cifras del Ministerio de Minas más de 227.000 empleos.[25], por otro lado de acuerdo con [20] Colombia obtiene en el ranking mundial el puesto número 20 en producción de oro, contribuyendo con el 2,2% de la producción mundial. De acuerdo con el censo realizado en el año 2011, a nivel nacional se encuentran aproximadamente 4.133 Unidades de Producción Minera (UPM) de oro. Entre los departamentos que presentan un mayor UPM de oro se encuentran: Antioquia con 1.526, Bolívar con 967, Choco con 507, Santander con 255, Caldas con 181 y Cauca con 170 UPM [26].

En cuanto a las autorizaciones y permisos ambientales en Colombia más de la mitad de las UPM de cualquier tipo de material de explotación no cuentan con alguna autorización o permiso ambiental, ya que de acuerdo con el censo minero realizado a cada una de las UPM (14.357) en los 23 departamentos de Colombia durante los años 2009 – 2011, se obtuvo que de las minas que tienen título minero (5.316), el 47,1% no cuentan con alguna autorización o permiso ambiental, el 42,9% cuentan con licencia ambiental, el 18,1% cuentan con plan de manejo y el 3,2% con los planes de manejo, recuperación o restauración. De las minas que no tienen título minero (9.041), el 92,6% no cuentan con alguna autorización o permiso ambiental, el 6,1% cuentan con licencia ambiental, el 2,6% cuentan con plan de manejo y el 0,5% con los planes de manejo, recuperación o restauración[23]. Por lo cual estas UPM están generando una serie de graves impactos ambientales ya que no cuentan con algún tipo de



control y seguimiento sobre sus aspectos ambientales; entre los impactos más relevantes se encuentran la contaminación de las fuentes hídricas ya que para recuperar el oro libre se utiliza una técnica antigua la cual consiste en usar mercurio (Hg) para formar una amalgama, resultando en implicaciones ambientales y ecológicas debido a la toxicidad del Hg.[27]

Impactos ambientales en las etapas de un proyecto geológico minero

Los impactos generados por un proyecto minero son atribuidos a la ejecución de las etapas que lo componen. De acuerdo a [2], [19], [28] las etapas de un proyecto minero se dividen en exploración, donde la organización se encuentra en la facultad de realizar actividades, estudios y cualquier tipo de obra que considere necesaria para determinar la existencia o no del mineral; la construcción donde se encuentran todas aquellas obras, servicios, equipos y maquinaria que se requieren para el correcto funcionamiento de la operación, extracción, acopio y transporte interno del mineral. En la etapa de explotación se realiza la ejecución de técnicas y normas geológicas mineras y ambientales necesarias para extraer, transformar y comercializar el mineral, a su vez la explotación es definida como el conjunto de operaciones que tienen como fin realizar la extracción o captación de un mineral yacente y su acopio, beneficio, el cierre y abandono de los montajes e infraestructura. Entre los impactos atribuidos a la actividad minera se encuentran:

- **Contaminación de fuentes hídricas:** Definida como cualquier alteración física, química o biológica del agua, producto principalmente de vertimientos provenientes de actividades industriales, agrícolas o urbanas que producen daños al ambiente. Hay que señalar además que la contaminación hídrica por parte de la minería se ve atribuida principalmente al uso del mercurio, cianuro, la eliminación directa de relaves y efluentes a los ríos [2]. En un tanque de relaves se acumulan materiales sólidos, que al aglomerarse se descartan de las operaciones de separación y obtención de los valores metálicos [29], estos materiales se encuentran conformados principalmente por sólidos finos que tienden a aglomerarse formando materiales gruesos, así mismo se mezclaran con líquidos y otras sustancias químicas usadas en el procesos de relave [30]. El riesgo que presenta el efluente de un tanque es alto debido a la presencia de sustancias como el arsénico, cadmio, manganeso, níquel, sulfatos y zinc [29]. Cabe señalar que el mercurio es un metal que permanecerá en el medio que contamine de forma artificial; debido a que se acumula en la cadena trófica de la cual el hombre es el último eslabón [31].
- **Erosión:** La erosión de suelos es uno de los problemas ambientales de mayor extensión real e incidencia ecológica, económica y social de las regiones de clima árido y semiárido. Este proceso consiste en la pérdida de suelos, por arranque, transporte y posterior disposición del material que lo constituye por la acción del agua y el viento [32]. También definida por [2] como la pérdida física de suelo transportado por el agua o por el viento, causada principalmente por deforestación. Así mismo



definida como el conjunto de procesos externos que mediante acciones físicas y químicas, degradan las formas creadas por los procesos endógenos.

- **Deforestación:** Se establece principalmente como la conversión del uso del suelo de un área boscosa, con el objetivo de llevar a cabo la implementación de diferentes actividades productivas [33], a través del análisis histórico realizado en Colombia desde 1990 hasta el 2010 se encuentra una reducción en las hectáreas que han sido deforestadas pasando de 2'797.569 ha lo que representaba una tasa promedio de pérdida anual boscosa de 279.757 ha, a 1'191.365 ha con una tasa promedio de pérdida anual boscosa de 238.273 ha [34]. En el caso de la minería la deforestación se presenta en las grandes remociones de material de cobertura vegetal del área en la que se llevará a cabo el montaje de las instalaciones tanto administrativas como operacionales del proyecto minero [35].
- **Desertificación:** Se entiende como la degradación de la corteza terrestre, principalmente de zonas áridas y húmedas, esta degradación ocurre por la participación de diversos factores, como las variaciones climáticas y las actividades humanas [36]. En relación con la contribución realizada por el hombre en los procesos de degradación del suelo se pueden mencionar la agricultura intensiva sobre suelos frágiles susceptibles a procesos de erosión, minería intensiva no sustentable, sobrepastoreo en terrenos de alta pendiente y baja cobertura vegetal [37].
- **Contaminación atmosférica:** Atribuida a la acumulación de sustancias en el aire que se consideran dañinas al ambiente y las comunidades [38]. En el caso de la minería, la contaminación atmosférica es causada por la emisión de gases, material particulado y el ruido que se generan en las etapas de montaje y operación [35], al operar de forma continua el volumen de los contaminantes emitidos puede ser elevado lo que representa un riesgo para las comunidades ya que se pueden encontrar en cualquier lugar y no se podrá evitar la exposición a ella, produciendo enfermedades y en algunos casos la muerte [39].

Sistemas de gestión ambiental como estrategia de mitigación de impactos ambientales en la minería del oro

- **Empresa y medio ambiente: conceptos**

Entre las distintas definiciones que se pueden encontrar, se define el *medio ambiente* como el entorno en el cual la organización opera e interactúa con el aire, el suelo, el agua, la fauna, flora, recursos naturales y los seres humanos [40]. En cuanto al concepto de *aspecto ambiental* la ISO 14001:2015 la define como cualquier elemento de las actividades, productos o de los servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente y por *impacto ambiental* como cualquier cambio en el medio ambiente ya sea positivo o negativo que se da como resultado en todo o parte de las actividades, productos o de los servicios de una organización. [40].



Para lograr una mejora en el desempeño ambiental las empresas deben controlar y mantener la relación con el medio ambiente de acuerdo a los pilares del desarrollo sostenible por lo que las empresas tienen la opción de implementar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), [41] el cual es visto como un instrumento formado por elementos que al interactuar permiten formular la política, objetivos y procesos para la consecución de estos objetivos respecto a los aspectos ambientales que generen las actividades y a su vez para el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos [42]. La norma ISO 14001 ha avanzado en las últimas décadas especialmente en países desarrollados como los europeos los cuales pasaron de 7.253 compañías certificadas en el año 2000 a 119.754 en el año 2015, en Asia ha evolucionado de 5.234 certificaciones en el 2000 a 173.324 al 2015 [43]

Según [42] para lograr una adecuada implementación de un SGA se procede a cumplir una serie de etapas; especificadas en la norma ISO 14001 bajo el marco del ciclo PHVA. A continuación, se describe cada etapa de dicho ciclo las cuales contienen acciones fundamentales y una documentación:

1ra etapa Planificación: “Plan” en esta etapa se describe lo que se desea hacer, aquí se realizan actividades principales como: comprensión de la organización y su contexto (la revisión ambiental inicial, el reconocimiento de aspectos e impactos), comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas, determinación del alcance del SGA (cuestiones internas y externas, requerimientos legales, actividades, productos y servicios), la definición de la Política ambiental, objetivos, metas ambientales y las acciones para abordar los riesgos y oportunidades

2da etapa Hacer: “Implementación y funcionamiento” en esta etapa se lleva a cabo lo que se ha escrito, es decir se define y comunica la Estructura, roles y responsabilidades, se diseñan los Procedimientos ambientales, Formación y concienciación ambiental, Comunicación ambiental, Control de la documentación, Control de las operaciones, Control y respuesta ante emergencias ambientales.

3ra etapa Comprobar o verificar: en esta etapa se confirma que se hace lo que se ha escrito, se realizan actividades como el monitoreo y medición, la identificación de las no conformidades del SGA, las correcciones y prevenciones, los Registros ambientales y se realiza la Auditoría del SGA.

4ta etapa Actuar: en esta etapa la organización hace una revisión de la gestión para determinar las oportunidades que nos lleva a una *mejora continua* del SGA.

- **Sistemas de Gestión Ambiental como herramienta de organización y estrategias de responsabilidad social empresarial**



La gestión ambiental es uno de esos campos en los cuales se busca que se pueda abordar la problemática de la falta de organización y armonización de las relaciones entre el hombre y el medio ambiente [44]. Brú citado por [44], da una definición de gestión ambiental desde el aspecto sociocultural el cual expresa que es un proceso de toma de medidas acerca de cómo armonizar la relación de la sociedad con la naturaleza y el medio ambiente y la solución a los problemas que se presenten están en la interfase entre ambos. Pol, Asume la gestión ambiental como aquella que integra los valores corporativos en las metas corporativas de la organización y señala además que esta gestión integra políticas, programas y prácticas respetuosas con el medio ambiente los cuales se lleva a cabo en un proceso de mejora continua de la gestión. También [45] destaca la importancia que tiene el que las organizaciones que no disponen de un SGA realicen una revisión inicial el cual es denominado *Diagnosis Ambiental* que permita determinar la situación de la organización frente al medio ambiente para así poder enfocar sus objetivos ambientales.

Por su parte la teoría de la Responsabilidad Social Empresarial-RSE es definida como una herramienta para la creación de valor para los distintos grupos de interés que coincide en la actividad empresarial [46], sin discriminar entre los distintos tipos de organizaciones ya sea que se clasifiquen por su tamaño u objeto social, este conjunto de fundamentos pueden ser aplicados a cualquier compañía ya que sus prácticas y beneficios pueden ser asumidos por dichas compañías u organizaciones [44].

La sociedad cada vez realiza más presión sobre las organizaciones para que adopten un proceso de mejora continua en el aspecto medioambiental por lo cual esta directriz ha llevado a que a medida que transcurre el tiempo las empresas se preocupe no solo por los intereses de sus accionistas sino también por el grupo de involucrados que giran en torno a ella comprometiéndose con los intereses de sus empleados, clientes, proveedores, la comunidad a la que pertenecen y la sociedad en general[47].

- **Innovación, responsabilidad medioambiental comunitaria y social en la minería del oro**

La implementación de un SGA ayuda a que las empresas puedan reducir significativamente los costos en sus operaciones y también a la reducción de costos por posibles multas sancionables por incumplimiento de la legislación ambiental; por otro lado mejora la imagen externa e interna de la empresa frente a las partes involucradas es decir entre los clientes y empleados; mejoras en la productividad así como en el impacto ambiental de las organizaciones [48].

Existen iniciativas lideradas por la “Alianza por la Minería Responsable” (ARM) como una herramienta de competitividad en la cual fomentan la responsabilidad ambiental, comunitaria y social a través de la orientación de su población objetivo para lograr la certificación “*Fair Mined*” que está enfocado en UPM a pequeña escala de oro, los cuales son considerados



como aquellas en las que por cada minero se registren una producción de 4 gramos de oro por día [25].

Esta alianza nace de la primera iniciativa denominada “Oro Verde” la cual fue desarrollada por primera vez en Colombia en el departamento del Choco en el año 2002, esta consistía en ofrecer un estímulo de un 15% como valor agregado por cada gramo de oro a aquellos mineros artesanales que cumplieran con 10 criterios de certificación entre los que se encuentran: La eliminación en el uso de químicos tóxicos tales como mercurio, cianuro entre otros contaminantes en los procesos de extracción y beneficio, sustituido por un jugo viscoso que se extrae de las hojas del árbol de balsa (*Ochroma pyramidale*), comúnmente denominada “escoba” o “babosa”, esta planta contiene un elemento que permite limpiar el oro y separar la jagua o arena que envuelve las diminutas partículas de oro [25][49].

Este programa oro verde enfrentó varios retos entre los cuales se encuentran la presión de la minería ilegal ya que de acuerdo con el censo minero del 2011, el mayor porcentaje de ilegalidad minera clasificado por tipo de material extraído le corresponde al oro con un 86% [23]; por otra parte la reducida producción lograda a través de los métodos netamente artesanales ya que no alcanzan a suplir la demanda que existe de este tipo de mineral certificado desde Europa, Inglaterra, Canadá y Finlandia debido a que su producción anual no supera los seis kg [25].

Por su parte en Norte América especialmente en Dakota del Sur han utilizado con eficacia biotecnologías que surgieron en las últimas dos décadas para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la extracción de metales preciosos, en los cuales cientos de especies microbianas ya sean bacterias, hongos y algas pueden desintoxicar el cianuro rápidamente a niveles que sean ambientalmente tolerables y en subproductos menos nocivos [50], por lo cual el cianuro es degradable naturalmente y se pueden aplicar una variedad de métodos industriales para aligerar su descomposición mientras que el mercurio no lo es, ya que de acuerdo con [51] solo del 10 al 50% del mercurio es fácilmente reducible, por ende se pueden implementar estrategias que mitiguen el impacto ambiental ocasionado por esta actividad [52].

Luego en la década de los 90 Ecuador también tuvo su avance tecnológico en la minería a pequeña escala mediante la aparición de nuevas formas de organización de tipo empresarial entre lo que se encuentra la implementación de los procesos de cianuración mediante las placas de amalgamación, “tromels” de amalgamación, cribas entre otros; dejando así en un segundo plano los procesos tradicionales que incluían la amalgamación con mercurio; aportando beneficios tanto para la mayor tasa de recuperación del mineral como para la reducción de la contaminación ambiental [53], y unos años más tarde en el año 2008 en Ghana se implementó por la EPA una estrategia que buscaba la promoción de un mejor desempeño ambiental en las industrias mineras y manufactureras, la cual consistía en realizar auditorías mediante el programa Akoben, de acuerdo con el caso de estudio realizado durante el periodo 2009-2011 de [9] para una compañía minera de oro, esta herramienta especial de calificación y divulgación es efectiva para promover un mejor desempeño ambiental en las



organizaciones debido a que existe una mayor presión de las partes interesadas; este estudio evaluó el impacto que tuvo el programa en la compañía en la cual se calificaron siete criterios para evaluar el desempeño ambiental, siendo estos: requisitos legales, manejo de residuos peligrosos y tóxicos, cumplimiento con los estándares de calidad, monitoreos ambientales, mejores prácticas de gestión ambiental, gestión de quejas y responsabilidad social corporativa.

- **Las ventajas obtenidas con un SGA**

1. **Ahorro en costos:** Al principio se produce un incremento de los costos, pero a largo plazo supone la mejora de la gestión general de la empresa, así como un ahorro debido al mejor aprovechamiento de los recursos, la reducción en el volumen de residuos, emisiones y vertidos; también el ahorro de posibles multas por incumplimiento de la normativa ambiental. [40].
2. **Reducción de riesgos:** Se pueden identificar los posibles riesgos ambientales y la respuesta ante los eventos lo que implica la implantación de mecanismos de formación, información y comunicación. Además al definir con claridad las responsabilidades, cumplimiento de las disposiciones legales, estudiando la implantación de tecnologías limpias económicamente viables y diseñando productos de menor impacto se logra optimizar los procedimientos operativos [40].
3. **Incremento de la eficacia:** La eficacia se ve mejorada debido a que aumenta el control interno ya que de cierto modo se introduce un grado de rigidez al mantenerse la vigilancia y control [54].
4. **Mayores oportunidades de mercado:** Hacen referencia al aumento de la credibilidad entre las partes interesadas o involucradas, en la mejora de imagen, en las herramientas de marketing, aumento de ventas entre otros[40].
5. **Mayor habilidad para cumplir con la legislación y regulaciones medioambientales:** Accionada principalmente por la búsqueda de evitar multas por incumplimiento de la normatividad [55], lo que conlleva a la empresa a siempre estar al día en el cumplimiento normativo y a estar preparada para someterse a inspecciones sin temor al fracaso [56].
6. **Ventajas competitivas:** Hay autores como Shrivastav, Maxwell *et al.* Aseveran que una buena imagen y reputación corporativa ambiental podría favorecer a la creación de valor y la consecución de ventajas competitivas, es decir no solo a través de la mejora en la eficiencia sino también en otras cuestiones como el



aumento de las relaciones con sus *stakeholders* o partes interesadas generando una mayor credibilidad. Citado por.[57].

7. **Mayor comunicación con los empleados y un aumento de su motivación, lealtad y compromiso:** Debido a la exigencia realizada en la Norma Técnica Colombiana (NTC) ISO 14001 de documentar el cumplimiento de cada requisito para satisfacer la exigencia establecida a cada colaborador perteneciente a la organización de conocer sus responsabilidades lo que los lleva a involucrarse en el sistema de gestión y fortalecer las relaciones con otras áreas de la organización [56].

4. Conclusiones

La minería en Colombia es llevada a cabo en su mayoría por un tipo de minería a pequeña escala representando el 72% entre minería tradicional y el barequeo, en las cuales se realizan técnicas o actividades que no son las adecuadas para el correcto manejo de los aspectos ambientales que genera dicha actividad, siendo de esta manera más susceptible a impactar de forma negativa al medio ambiente. Las escalas de minería “pequeñas” y “medianas” son más propensas a ser clasificadas como minería ilegal, la cual es desarrollada bajo circunstancias que no permiten que los entes de control mantengan una vigilancia y supervisión, perjudicando de esta manera el postulado del desarrollo sostenible en Colombia. [24]; por lo cual se concluye que Colombia aún no se encuentra preparada para integrar tecnologías y estrategias que sean ambientalmente amigables debido a varios factores o barreras como: la capacidad económica de estas Unidades de producción Minera (UPM), la ilegalidad ya que de acuerdo al censo minero realizado por el ministerio de minas y energía, el 63% de la minería es ilegal en el país[3], la escasa toma de conciencia ambiental y la responsabilidad social empresarial, la falta de compromiso y rigidez por parte del estado entre otros. En Colombia los materiales más representativos en producción son el carbón, el níquel, el oro y materiales de construcción, en el cual el oro ocupa el puesto número tres.

A causa de los altos porcentajes de minería a pequeña escala, minería ilegal en el país y de las bajas medidas de control que se aplican en ellas, los impactos ambientales que se desarrollan a partir de estas prácticas generan gran afectación sobre la biota, los recursos naturales y los servicios ambientales prestados en dicha área. De acuerdo a lo citado por (R. Jain, L. Urban, GS Stacey, H. Balbach, MD Webb) en [58] se resaltan el deterioro de la calidad del aire y el deterioro de la calidad del agua ya que afectan de manera directa la supervivencia de todo ser viviente. Por su parte el deterioro de la calidad del aire no solo afecta las áreas adyacentes al proyecto, sino que también la calidad del aire a nivel regional y global, a través de la acumulación de un alto número de sustancias perjudiciales como el material particulado, emisiones de metano, emisiones de óxido de nitrógeno y las emisiones de mercurio [59]. Por su parte la calidad del agua se puede afectar a través de la manipulación, almacenamiento y eliminación de residuos mineros, de igual forma con el almacenamiento y manejo de residuos químicos reactivos y combustibles [60]. Lo que conlleva a la muerte



inmediata de peces, a un largo plazo la contaminación del agua potable de las comunidades que se encuentren río abajo y la degradación de los hábitats de la vida silvestre [58].

Tomando como muestra los impactos mencionados anteriormente se presentan los sistemas de gestión ambiental como estrategia de mitigación y control para los impactos generados en la minería del oro tomando como referencia para su constitución lo estipulado en la NTC ISO 14001:2015, puesto que permite la comprensión del contexto del proyecto, identificación de aspectos e impactos ambientales así como los riesgos y oportunidades presentes, permitiendo establecer medidas de control para cada uno de ellos. Además orienta en el establecimiento de procedimientos que mejoraran el funcionamiento del proyecto u organización minera [42]. Lo que se ve reflejado en beneficios para el proyecto u organización y ventajas frente a otras empresas mineras en las que cabe resaltar el ahorro en costos atribuido principalmente a la mejora en el manejo de los recursos [40], mayores oportunidades en el mercado ya que en la actualidad cada vez más empresas buscan que sus proveedores estén comprometidos con la protección del medio ambiente y que reflejen este compromiso a través de una certificación ambiental [40], mayor habilidad para cumplir con la legislación y regulaciones medioambientales enfocándose en evitar las multas y problemas legales con la entidad reguladora brindando tranquilidad al momento de ser evaluado [56], [55] y la reducción de riesgos ya que al permitir la identificación de los riesgos presentes se logran establecer con mayor facilidad las medidas de respuesta antes los eventos que los generan [40].

REFERENCIAS

- [1] M. Tost, M. Hitch, V. Chandurkar, P. Moser, y S. Feiel, “The state of environmental sustainability considerations in mining”, *J. Clean. Prod.*, vol. 182, pp. 969–977, 2018.
- [2] Minminería, “Glosario Minero”, *Minist. minería y energía*, p. 168, 2003.
- [3] Ministerio de Minas y Energía, “Minas”, p. 44, 2012.
- [4] P. I. Bruto, “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL PIB MINERO EN EL TERCER TRIMESTRE DE 2014”, pp. 29–34, 2014.
- [5] Fundación Inverco, “Anexos estadísticos”, pp. 383–427, 2006.
- [6] Correa/Gómez, “Seguridad En La Cadena De Suministro Basada En La Norma Iso 28001 Para El Sector Carbón, Como Estrategia Para Su Competitividad Security”, núm. July, 2010.
- [7] N. Steckling *et al.*, “Global Burden of Disease of Mercury Used in Artisanal Small-Scale Gold Mining”, *Ann. Glob. Heal.*, vol. 83, núm. 2, pp. 234–247, 2017.
- [8] M. M. C. Fritz, P. A. Maxson, y R. J. Baumgartner, “The mercury supply chain, stakeholders and their responsibilities in the quest for mercury-free gold”, *Resour. Policy*, vol. 50, pp. 177–192, 2016.
- [9] S. A. Bawua y R. Owusu, “Analyzing the effect of Akoben programme on the environmental performance of mining in Ghana: A case study of a Gold Mining Company”, *J. Sustain. Min.*, vol. 17, núm. 1, pp. 11–19, 2018.
- [10] K. Sippl, “Private and civil society governors of mercury pollution from artisanal and small-scale gold mining: A network analytic approach”, *Extr. Ind. Soc.*, vol. 2, núm. 2, pp. 198–208, 2015.
- [11] L. Sánchez-Vázquez, M. G. Espinosa-Quezada, y M. B. Eguiguren-Riofrío, “Golden



- reality' or the 'reality of gold': Artisanal mining and socio-environmental conflict in Chinapintza, Ecuador", *Extr. Ind. Soc.*, vol. 3, núm. 1, pp. 124–128, 2016.
- [12] S. Bose-O'Reilly *et al.*, "Health assessment of artisanal gold miners in Tanzania", *Sci. Total Environ.*, vol. 408, núm. 4, pp. 796–805, 2010.
- [13] R. Para *et al.*, *La minería aurífera artesanal o de pequeña escala y la salud*. .
- [14] World Health Organization, "Atlas sobre salud infantil y medio ambiente", 2018, p. 164.
- [15] G. Zilahy, "Environmental Management Systems-History and New Tendencias", en *Encyclopedia of Sustainable Technologies*, Elsevier, 2017, pp. 23–31.
- [16] M. Frondel, J. Horbach, y K. Rennings, "What triggers environmental management and innovation? Empirical evidence for Germany", *Ecol. Econ.*, vol. 66, núm. 1, pp. 153–160, 2008.
- [17] F. W. Geels, A. McMeekin, J. Mylan, y D. Southerton, "A critical appraisal of Sustainable Consumption and Production research: The reformist, revolutionary and reconfiguration positions", *Glob. Environ. Chang.*, vol. 34, pp. 1–12, 2015.
- [18] D. Prajogo, A. K. Y. Tang, y K. H. Lai, "Do firms get what they want from ISO 14001 adoption?: An Australian perspective", *Journal of Cleaner Production*, vol. 33, pp. 117–126, 2012.
- [19] Congreso De Colombia, "Ley 685 de 2001", *El abedul*, vol. 2, núm. agosto 15, pp. 1–109, 2002.
- [20] A. Martínez Ortiz y T. Aguilar, "Impacto socioeconómico de la Minería en Colombia", *Sect. Minería a Gran Escala*, p. 50, 2012.
- [21] F. Cante Maldonado y L. F. Trujillo Paredes, "Posibilidades de gobernabilidad y gobernanza en distintos tipos de minería", *Opera*, núm. 14, pp. 27–45, 2014.
- [22] L. Güiza, "La pequeña minería en colombia: una actividad no tan pequeña", *Rev. DYNA*, vol. 80, núm. 181, pp. 109–117, 2013.
- [23] Ministerio de Minas y Energía, "Censo Minero Departamental 2010-2011". p. 14, 2012.
- [24] Procuraduría General De La Nación, "Minería ilegal en colombia", *Inf. Prev.*, p. 29, 2010.
- [25] U. Carmona, H. Cardona, y I. Restrepo, "Environmental management, sustainability and competitiveness in mining. Contextualization of situation, and challenges of the approach through the life-cycle assessment @BULLET", *Dyna*, vol. 87, núm. 201, pp. 50–58, 2017.
- [26] Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, "Boletín Estadístico de Minas y energía 2012 – 2016", *Minist. Minas y Energía*, p. 200, 2016.
- [27] E. Enriquez, "Manual de Minería", p. contenido y apuntes para el colegio y universidad, 2013.
- [28] Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente, *Exploración*. 2002.
- [29] A. N. Tchernitchin y L. Herrera, "Relaves Mineros y sus Efectos en Salud, Medio Ambiente y Desarrollo Económico. Ejemplo de Relave en el Valle de Chacabuco-Polpaico.", *Cuad Méd Soc*, vol. 46, pp. 22–43, 2006.
- [30] A. N. Tchernitchin y G. Muñoz, "Efectos sobre la Salud y el Medio Ambiente de las Actividades Mineras en Chile. Contaminación del Estero Pupío y Agua Potable del pueblo de Caimanes: ¿se origina desde el Tranque de Relaves Mineros El Mauro?", *Cuad. Médicos Soc. - Col. Médico Chile*, vol. 52, núm. 4, pp. 199–214, 2012.
- [31] C. Riaño, "La minería como 'locomotora' de la economía colombiana y su costo



- ambiental”, *Rev. Colomb. Ciencias Pecu.*, vol. 27, núm. 33, pp. 63–64, 2014.
- [32] L. Hernández y A. C. Dufilho, “Determinación del riesgo de erosión hídrica de suelos de los departamentos Minas y Chosmalal (Neuquén) mediante la aplicación de la educación universal de pérdida de suelo (USLE)”, *Boletín geográficoico*, vol. 34, pp. 11–31, 2012.
- [33] Fao, *Global Forest Resources Assessment 2010*, vol. 163. 2010.
- [34] E. Cabrera *et al.*, *Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional - Escalas gruesa y fina*. 2011.
- [35] C. Moya y C. E. Alba, “Diagnóstico y proyecciones de la gestión minero ambiental para las regiones auríferas de Colombia.”, *Vasa*, p. 84, 2002.
- [36] M. de Ambiente y desarrollo sostenible y M. de Agricultura y desarrollo rural, “Ley 461 de 1998”, núm. 43, pp. 1–49, 1998.
- [37] G. Vargas Cuervo y C. E. Gómez, “La desertificación en Colombia y el cambio global”, *Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr.*, núm. 12, pp. 121–134, 2003.
- [38] Ministerio del Medio Ambiente, “Decreto 948 de 1995”, *D. Of. No. 41.876*, vol. 1995, núm. 41, p. 12,14., 1995.
- [39] C. Ubilla y K. Yohannessen, “CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EFECTOS EN LA SALUD RESPIRATORIA EN EL NIÑO”, *Rev. Médica Clínica Las Condes*, vol. 28, núm. 1, pp. 111–118, 2017.
- [40] C. del Alamo Jimenez, “Gestión ambiental en Jealsa-Rianxeira S.A.”, *Rev. Galaga Econ. vol 11, num 2*, p. 0, 2002.
- [41] D. Rondinelli y G. Vastag, “Panacea, common sense, or just a label?: The value of ISO 14001 environmental management systems”, *Eur. Manag. J.*, vol. 18, núm. 5, pp. 499–510, 2000.
- [42] *sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso*, “Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001”, 2015. .
- [43] H. K. Salim *et al.*, “Global trends in environmental management system and ISO14001 research”, *J. Clean. Prod.*, vol. 170, pp. 645–653, 2018.
- [44] W. R. Avendaño Castro, G. Rueda Vera, y L. S. Paz Montes, “La gestión ambiental en las pymes del sector arcilla en Cúcuta y su área metropolitana”, *Rev. Finanz. y Política Económica*, vol. 8, núm. 1, pp. 123–155, 2016.
- [45] E. P. Moreno Emilia, *nociones psicosociales.pdf*. .
- [46] R. Chumpitaz, L. Andreu, y V. Swaen, “Percepción de la responsabilidad social corporativa : un análisis cross-cultural”, *Universia Bus. Rev.*, pp. 14–27, 2005.
- [47] M. A. Trujillo y R. V. Bedoya, “Responsabilidad ambiental como estrategia para la perdurabilidad empresarial.”, *Univ. Empres.*, vol. 8, núm. 10, pp. 291–308, 2006.
- [48] M. del Río-Rama, J. Álvarez-García, y C. Oliveira, “Environmental Practices. Motivations and Their Influence on the Level of Implementation”, *Sustainability*, vol. 10, núm. 3, p. 713, 2018.
- [49] Lorenzo Morales, “Un oro verde en las selvas de Colombia”, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.semana.com/nacion/articulo/un-oro-verde-selvas-colombia/244669-3>. [Consultado: 17-abr-2018].
- [50] T. M. Ata Akcil, “Microbiological destruction of cyanide wastes in gold mining: process review”, *Biotechnol. Lett.*, vol. 25, núm. January, pp. 445–450, 2003.
- [51] J. A. MAY JÚNIOR *et al.*, “Mercury content in the fur of jaguars (*Panthera onca*) from two areas under different levels of gold mining impact in the Brazilian Pantanal”, *An. Acad. Bras. Cienc.*, núm. 0, pp. 1–11, 2017.



- [52] J. Lozada y E. Arends, “Aspectos ambientales de los diferentes tipos de minería de oro, desarrollados en la reserva forestal Imataca”, *Rev. For. Latino-Americana*, vol. 15, núm. 27, pp. 81–99, 2000.
- [53] F. Sandoval, “La Pequeña Minería en el Ecuador”, *Mining, Miner. Sustain. Dev.*, vol. 75, núm. 75, p. 31, 2001.
- [54] E. Alonso-Paulí y F. J. André, “Standardized environmental management systems as an internal management tool”, *Resour. Energy Econ.*, vol. 40, pp. 85–106, 2015.
- [55] J. Ball, “Can ISO 14000 and eco-labelling turn the construction industry green?”, *Build. Environ.*, vol. 37, núm. 4, pp. 421–428, 2002.
- [56] J. E. García, “Ventajas de la implantación de un sistema de gestión ambiental”, *Técnica Ind.*, vol. 273, pp. 40–43, 2008.
- [57] J. Murillo Luna, “Estrategia medioambiental y expectativas de ventajas competitivas”, *Cuad. Estud. Empres.*, vol. 18, pp. 9–31, 2008.
- [58] R. K. Jain, Z. “Cindy” Cui, y J. K. Domen, “Environmental Impacts of Mining”, en *Environmental Impact of Mining and Mineral Processing*, Elsevier, 2016, pp. 53–157.
- [59] a. . Fallis, *Guidebook for Evaluating Mining Project EIAs*, vol. 53, núm. 9, 2013.
- [60] Mr. Bhosale S. N, “PROTECTING GROUNDWATER AT METALLIC MINING SITES”, *Sci. Park*, vol. 4, núm. 46, pp. 1–6, 2017.



CAPÍTULO 6

SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL COMO HERRAMIENTA PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS PROCESOS AGRÍCOLAS

Alvaro Andrés Murillo Pérez* y David Humberto Torrijos Cárdenas**
*alvaroandresmp@ufps.edu.co, **davidhumbertotc@ufps.edu.co

Resumen

En la actualidad, algunas organizaciones dedicadas a la actividad agrícola se han tomado la tarea de implementar un sistema de gestión ambiental; lo anterior se hace con el propósito de minimizar sus impactos ambientales, lo cual les permite aumentar la productividad en cada uno de sus procesos. En este sentido, el presente artículo de revisión tiene como objetivo recopilar información primaria y secundaria sobre la importancia de la agricultura como estrategia para el impulso económico de una nación. Dentro de este trabajo se analizan las consecuencias que trae consigo a este sector los distintos fenómenos climatológicos provocados por el cambio climático. Finalmente, se resaltan las diferentes experiencias obtenidas a través de la implementación de sistemas de gestión ambiental basados en el cumplimiento de los requisitos y lineamientos establecidos en la norma ISO 14001.

Palabras Clave: Sistema de gestión ambiental, Organización, Agricultura, sostenibilidad, proceso

Abstract

Currently, several organizations dedicated to agricultural activity have taken on the task of implementing an environmental management system; The above is made with the purpose of minimizing their environmental impacts, which allows them to increase productivity in each of their processes. In this sense, the present review article aims to collect primary and secondary information on the importance of agriculture as a strategy for the economic boost of a nation. Within this work, we analyze the consequences that the different climatic phenomena caused by climate change bring to this sector. Finally, the different experiences obtained through the implementation of environmental management systems based on compliance with the requirements and guidelines established in ISO 14001 are highlighted.

Keywords: Environmental management system, Organization, Agriculture, sustainability, process.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las actividades agropecuarias se remonta aproximadamente 10 mil años atrás; al inicio de la segunda mitad del siglo XVIII se dieron las primeras innovaciones en las actividades agrícolas, entre los cuales se destacan nuevos procedimientos de labranza,



implementar maquinaria para el desarrollo de nuevos cultivos y el desarrollo de plaguicidas químicos [1].

En consecuencia, [2] la agricultura ha llegado a ser uno de los motores a nivel mundial de la reducción de la pobreza, convirtiéndose en el sector productivo más importante en países de bajos ingresos económicos debido al número de personas a las que brinda empleo estimulando así el crecimiento de su economía.

En la actualidad la agricultura moderna no solo se encarga de la producción de alimentos, sino también de fibras, flores de cortes, biocombustibles, además de ser empleada como insumo para la fabricación de sustancias y medicamentos para la industria farmacéutica y sus bienes utilizados como materias primas para distintas industrias; además de ser empleada para fines recreativos, deportivos y ambientales cumpliendo como mecanismo de mantenimiento de áreas verdes para el desarrollo de esas actividades, evolucionado año a año, la práctica de la agricultura se ha ido innovando para cumplir con las necesidades de cada época[3].

Las organizaciones al poner en práctica un sistema de gestión ambiental contribuyen con el cuidado y preservación del medio ambiente, además de que estas se benefician en el ahorro de recursos, control de los riesgos y mejora continua [4], el sistema de gestión ambiental no solo aporta acciones al favor del cuidado del medio ambiente, sino también las organizaciones obtendrán beneficios de manera económica y social [5].

Por consiguiente, el presente artículo de revisión, tiene como propósito suministrar información para resaltar los beneficios del manejo adecuado en la práctica de la agricultura, resaltando sus características, aportes significativos para el desarrollo de la economía de un país, los impactos negativos que ha tenido la práctica de esta actividad a causa de los cambios meteorológicos ocasionados por el fenómeno del cambio climático y sus grandes ventajas con la implementación del sistema de gestión ambiental en diferentes organizaciones; dirigido a todos aquellos profesionales ya sea ingenieros, tecnólogos, investigadores, especialistas, agrónomos, [6] y al público en general que estén interesados en estos temas.

LA AGRICULTURA COMO INSTRUMENTO PARA EL DESARROLLO DE UNA NACIÓN

[7] La agricultura es una actividad que puede impulsar el crecimiento de un país, a reducir la pobreza y llegar a alcanzar una sustentabilidad con el medio ambiente a través de diferentes formas:

- Como medio de subsistencia

Se calcula que el 86% de la población rural mundial se dedica a la agricultura, generando una disminución del 80% de la pobreza debido a que más de 1300 millones de pequeños productores y trabajadores cuentan con tierra propia y se dedican a esta práctica.

- Como actividad económica



La agricultura puede estimular el sector económico de una nación debido que da oportunidades al sector privado para que inviertan capital y promueve las empresas que trabajan con cultivos de tierra.

Un ejemplo claro es el caso de china, que ha registrado un crecimiento sin precedentes en las últimas tres décadas. Las tasas de crecimiento anual promedio en la producción bruta real y el valor agregado en China en 1982-2008 fueron 12.7 y 11.9 por ciento, en comparación con las tasas promedio de 2.2 y 3.8 por ciento para el caso de países como Australia India Canadá o Japón [8].

Por otra parte la creación de La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ha sido de vital importancia en el desarrollo de las naciones, esta actúa como asesor de los gobiernos, siendo una fuente útil de asesoramiento independiente sobre política y planificación agrícola, sobre las estructuras administrativas y jurídicas necesarias para el desarrollo, y sobre las formas de garantizar que las estrategias nacionales de desarrollo se dirijan al desarrollo rural y la mitigación de pobreza y desnutrición[9].

Impactos ambientales de la agricultura

Hacia los años cincuenta y sesenta en países de Latinoamérica se da inicio a la revolución verde generando cambios en el sector agropecuario, provocando un foco fundamental de la degradación ambiental hasta el día de hoy[10]. Según [11] la agricultura es una actividad que trabaja con insumos naturales como la tierra y el agua para producir alimentos, pero la utilización desmedida e inconsciente de estos recursos se fue agravando con el paso del tiempo, como dice [12] la aplicación de tecnologías ha aumentado el rendimiento y la eficiencia de la fuerza de trabajo, esto trajo consigo la utilización de insumos que son producidos por combustibles fósiles como fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas y maquinaria agrícola con un alto consumo de combustible.

Gracias al uso que se hace por parte de la agricultura de los recursos como el suelo y el agua se ven afectados la fauna que existía en los terrenos y por ende la vegetación es sustituida por cultivos, lo anterior constituye un impacto ambiental derivado de la agricultura [13]. La naturaleza de la estructura agrícola y las políticas prevalecientes han llevado a esta crisis ambiental a beneficiar a los grandes agricultores, mediante la implementación de monocultivos que conllevan a la vinculación con la economía internacional [14].

Uno de los tantos problemas ambientales es el cambio de uso de suelos, como señala [15], la expansión agrícola genera diversas opiniones; gran parte de la producción agropecuaria y sus sectores comerciales e industriales asociados festejan la incorporación de nuevas áreas productivas y los ingresos que genera, a su vez, las entidades ambientales alertan sobre riesgos para la continuidad de los ecosistemas. Juntos con las variaciones en la utilización del suelo, los principales impactos se relacionan con la contaminación que deriva de la actividad agraria, afecta directamente al sistema hidrológico superficial y subterráneo, al suelo y al paisaje, Estas formas de contaminación están asociadas a la utilización desmedida de insumos químicos, propios de las agriculturas intensivas [16].



Los constantes cambios de las condiciones ambientales pueden afectar el desempeño del sector agrícola, con repercusiones para la producción, el uso de la tierra, el bienestar social y los ingresos, esto va directamente relacionado con la disminución de la productividad del suelo y las consecuencias negativas que provoca al ambiente [17]. Como se menciona en [18] la agricultura es una actividad que puede causar contaminación debido al uso inadecuado de pesticidas o fertilizantes así como el riego de los cultivos con aguas residuales. La lixiviación de nitratos también resulta en la eutrofización del agua subterránea, agua potable como lagunas y ríos, floraciones de algas tóxicas y pérdida de biodiversidad[19].

Otro factor muy importante que afecta directamente a la agricultura es el cambio climático. En 1979 se celebró en Ginebra la primera conferencia sobre el clima, en cual por primera vez se contempló como una amenaza real los efectos adversos que trae consigo el fenómeno del cambio climático para el planeta [20]. De acuerdo con [21] el cambio climático es un fenómeno que afecta a todo el planeta, incluyendo todo tipo de especies de animales y vegetales [22], provocando el impacto de distintos agentes sobre ella [23].

Una amenaza importante que enfrenta la seguridad alimentaria mundial son los fenómenos que se pueden presentar debido a las consecuencias del cambio climático, se espera un cambio drástico en la frecuencia de los fenómenos meteorológicos lo cual causaría escases de agua, elevación del nivel del mar y la perturbación de los ecosistemas, entre otros [24].

De acuerdo con[25] en la mayoría de países del mundo se espera de que exista una alta disminución de en la producción de los cultivos debido a las altas temperatura y pocas precipitaciones; causando impactos negativos sobre la actividad agrícola y el bienestar social dentro de los cuales se pueden destacar un cambio en los regímenes pluviales lo que afectara el rendimiento de los cultivos así como la disponibilidad para el agua de riego, un aumento en los precios de los productos generando el aumento de población con problemas de salud causados por desnutrición especialmente en la población infantil [26], como consecuencia de la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmosfera [27].

Los efectos del cambio climático en cultivos agrícolas pueden ser diferentes en distintas regiones [28], en países de Latinoamérica será uno de los sectores más vulnerables al cambio climático [29], en particular países como Colombia se espera un aumento en el número de plagas y enfermedades lo que afectara cultivos como el banano y el plátano, café, papa, cacao, maíz y yuca y q conllevará perdidas económicas a los pequeños productores debido a la implementación de productos químicos para el control de estas plagas [30].

Prácticas inteligentes en la agricultura

Beneficios de la gestión agroambiental

Uno de los principales avances en la agricultura es la introducción de la gestión agroambiental, la cual a través de la implementación de un sistema de conservación y producción promueve el uso sostenible de la tierra, el bienestar humano y la competitividad económica, la cual va acorde al territorio en el que se aplique y sus procesos socioeconómicos [31], para [32] la implementación de esta práctica ha podido identificar múltiples beneficios en tres área: ambiental, económico y social.



En el aspecto ambiental, puede mejorar la conservación de redes ecológicas y disminuir el hábitat de fragmentación, debido a que en ciertos ecosistemas sus servicios ecológicos operan a una mayor productividad [33]. En cuanto a beneficios económicos para los agricultores trajo consigo que se mejoró la productividad de las tierras, por consiguiente genero un aumento en la producción de bienes y servicios ofrecidos por esta [34] y en el factor social el trabajo en grupo ayudo a mejorar la toma de las decisiones en la práctica de la agricultura, pues trabajar en este sentido facilita la gestión de los recursos socioeconómicos.

Sostenibilidad en la producción agrícola

Con el pasar de los años, se ha podido observar un aumento de la población mundial, hecho que ha generado la implementación de nuevas prácticas agrícolas con el fin de que la seguridad alimentaria en el planeta no se vea afectada, es por eso que gracias a la diversificación de productos tradicionales de la agricultura familiar se ha constituido como una estrategia para conservar la biodiversidad en un ecosistema y garantizar la producción de bienes y servicios para el ser humano[35].

Para asegurar la internacionalidad, las Naciones Unidas formularon diecisiete objetivos de desarrollo sostenible, los cuales dan directrices para conservación y sostenibilidad, las buenas prácticas agrícolas están inmersas en estos objetivos, sienten de vital importancia para el desarrollo de los mismo, como por ejemplo en el segundo objetivo sobre el tema 'hambre cero'[36].

Agricultura sustentable

Según [37] se entiende habitualmente a una práctica de la agricultura que mediante el uso de tecnologías que integran todos los componentes de la tierra destinadas para esta actividad proporciona un rendimiento sostenible a largo plazo, de tal manera mejora la eficacia y eficiencia biológica sin alterar las condiciones naturales de un ecosistema. Un ejemplo actual son las políticas que ejercen algunos países como Francia, los cuales proponen reducir las emisiones por parte del sector agrícola a través de la implementación de medidas agroecológicas como el mantenimiento de prados, el desarrollo de agricultura y la optimización del uso de insumos [38].

Por otra parte, se está desarrollando tecnologías de agricultura de precisión, las cuales van ligadas a una estricta legislación ambiental, la preocupación del público por el uso excesivo de agroquímicos y el beneficio económico de la reducción de los insumos agrícolas y la mejora de la eficiencia de la gestión agrícola. Al final el éxito o el fracaso de la incorporación de estas nuevas tecnologías se miden por las ganancias económicas y ambientales [39]. A pesar de que en muchos países cuentan con programas de mejora, falta seguir avanzando en el tema, requiere implementar acciones audaces para revisar el diseño e implementación de los programas existentes y, al mismo tiempo, repensar otros servicios y sistemas complementarios, tanto en la agricultura como en otros sectores, que deben fortalecerse [40].

En la actualidad el establecimiento de áreas protegidas ha sido una de las estrategias más comunes y significativas para proteger las áreas naturales y la biodiversidad de las amenazas potenciales de las actividades humanas [41], esto va de la mano con preservar y cuidar el

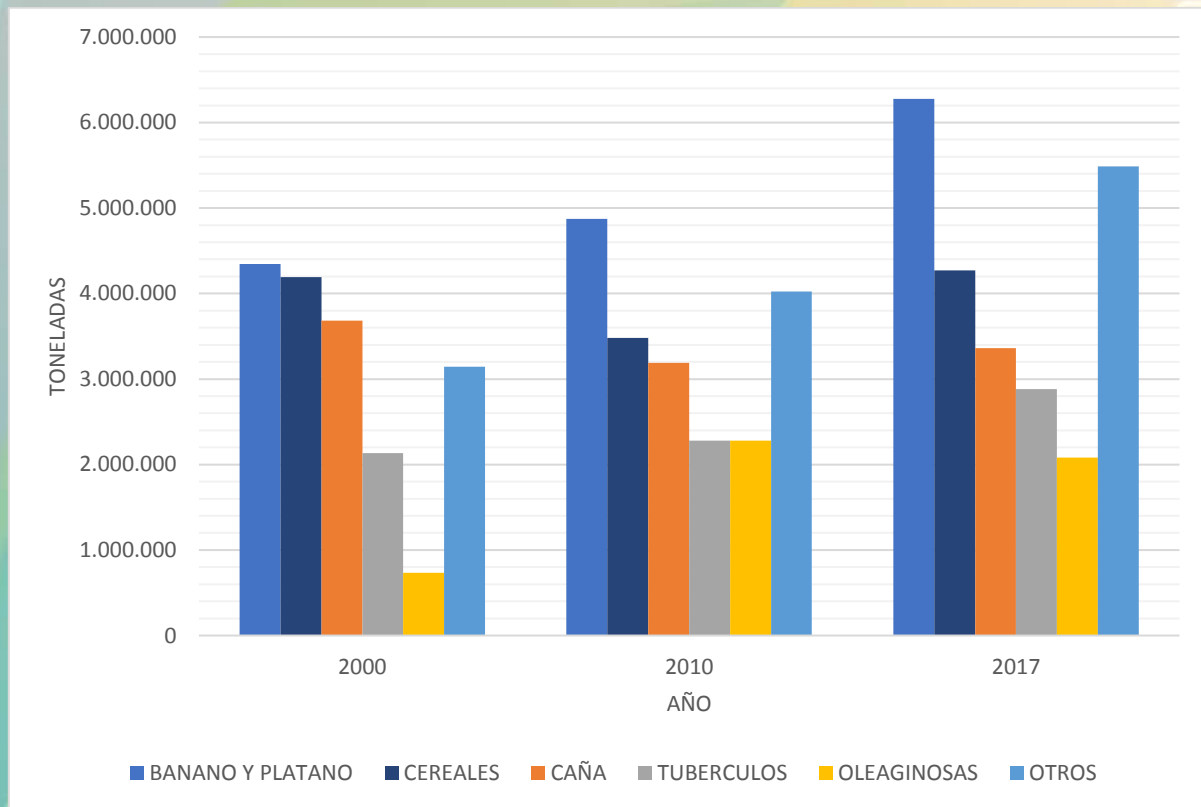


ambiente a partir de los objetivos del desarrollo sostenible, para lograrlo en necesaria la transformación del sector agrícola, evaluar si se están logrando los objetivos y permitir una gestión adaptativa dentro de los diversos sistemas agrícolas que conforman la agricultura global [42].

Agricultura en Colombia

La producción agraria en Colombia está estrechamente relacionada con los conflictos armados entre el estado y los grupos al margen de la ley, a medida que se busca una solución a estos conflictos, la actividad agrícola se ve beneficiada. Esto se ve reflejado al comparar la producción total agrícola en el año 2000 con 18'236701 Ton/año, la producción total agrícola del año 2010 con 20'124.996 Ton/año y la producción total agrícola del año 2017 con 24'359.851 Ton/año (Tabla I).

Tabla I. PRODUCCION AGRICOLA EN COLOMBIA

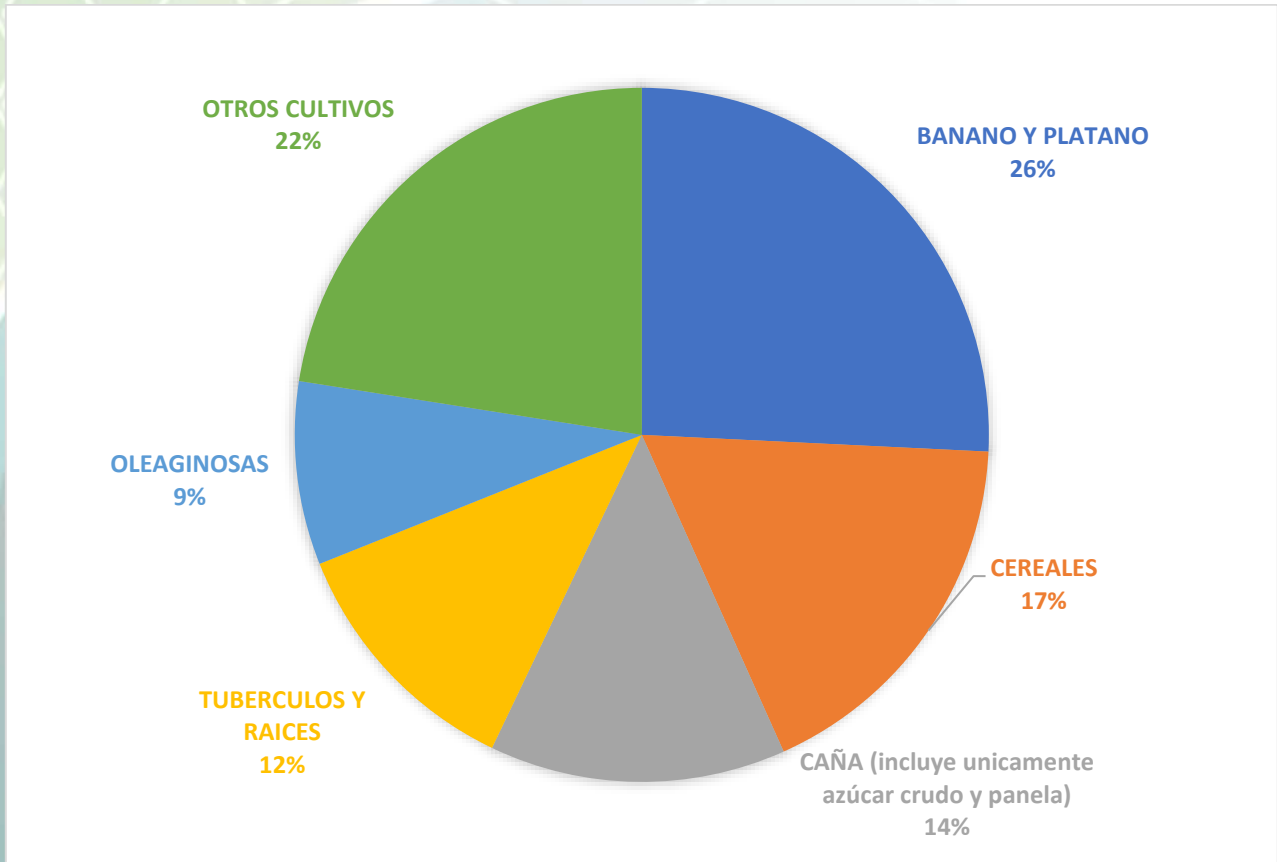


Fuente: Sociedad de agricultores de Colombia
Elaboración: Autor(es)

Actualmente, se cultivan en Colombia alrededor de 5 millones de hectáreas y se producen cerca de 30 millones de toneladas de alimentos y materias primas, de las cuales 85% corresponden a productos agrícolas y el restante 15% a productos pecuarios. Los principales cultivos agrícolas son: banano y plátano con 26%, cereales con 17%, caña azúcar-panelera con 14%, tubérculo y raíces con 12%, oleaginosas con 9% y otros cultivos como los frutales, cacao, café entre otros con 22%, para el año 2017(Figura I)[43].



Figura I. PRODUCCION AÑO 2017



Fuente: Sociedad de agricultores de Colombia
Elaboración: Autor(es)

Ventajas de la implementación de un sistema de gestión ambiental

La globalización de los mercados a producido un entorno de competitividad, por lo cual las empresas deben prepararse con una visión de clase mundial para que den respuestas a los mercados con estándares internacionales [44].

La implementación de la norma ISO 14001 brinda a las organizaciones una serie de parámetros para conservar y cuidar el medio ambiente, teniendo en cuenta las condiciones ambientales cambiantes [45].

Para [46] la gestión ambiental son una serie de acciones orientadas a lograr la protección y conservación del medio ambiente, con el propósito de satisfacer las necesidades de la actual generación sin poner en riesgo la de futuras generaciones [47], [48] permitiendo a las organizaciones obtener ventajas ante la presencia de peligros, cumplimiento de la normatividad legal y una sensibilización ambiental entre sus trabajadores.

Como se menciona en [49] algunas organizaciones implementan un sistema de gestión ambiental debido los diferentes beneficios que traen tales como: presentar conformidad con la legislación ambiental, cumplir con las expectativas de los clientes, renovar la imagen de



márquetin de la organización, mejora el manejo de los recursos, mejora la comunicación de los departamentos u áreas dentro de la organización, mejora la percepción de la empresa ante la comunidad.

Experiencias de la implementación de sistemas de gestión ambiental en la agricultura

Los sistemas de gestión ambiental al implementarse en algunas empresas como la agroindustria palmera de la zona oriental colombiana pudo identificar que los impactos ambientales más importantes se veían reflejados en la contaminación de fuentes hídricas, contaminación de la atmosfera lo que ocasionaba la perdida de fauna y flora nativa de la región, para lo cual se establecieron controles de descarga de vertimientos a acuíferos cercanos como práctica que apunta a la conservación de los ecosistemas [50].

La metodología empleada para pasar de un sistema agrícola convencional hacia un sistema de producción sostenible en la Finca La Alsacia fue mediante la aplicación de un sistema de gestión ambiental, el cual permitió identificar distintos aspectos e impactos que generaban problemáticas dentro del entorno de esta organización; este sistema constituyó el punto de partida para la conversión hacia un sistema de producción agroecológico con la ventaja de que es aplicable para pequeños y grandes productores y ajustable de acuerdo a cada una de sus necesidades [51].

Hacia la búsqueda de un desarrollo sostenible de la práctica del cultivo y comercialización del café se implementó el sistema de gestión ambiental aplicando los parámetros establecidos en la norma ISO 14001 en la finca las Palmas, el cual genero estrategias para el ahorro del consumo de energía a partir de procesos de secado del café al sol, apagar los motores y luces en periodos que no se estén utilizando, entre otros; además de esto se pudo establecer que los problemas de erosión y acides que presenta el suelo para los cultivos podría evitarse a partir de la conservación del mulch en el suelo y prácticas de labranza mínima [52].

CONCLUSIONES

La agricultura ha sido de vital importancia en el desarrollo de la humanidad, al pasar las décadas esta actividad ha cobrado mayor importancia y consigo mayores impactos ambientales, los cuales, por el afán de algunos agricultores de tener beneficios económicos, descuidan y olvidan el ambiente, lo que genera la perdida de la biodiversidad, la fragmentación del suelo, la incorporación de productos químicos tóxicos a las fuentes hídricas entre otros.

La inclusión de nuevas tecnologías y metodologías a la producción agrícola, se abre un gran campo de acción para integrar el sistema de gestión ambiental con la agricultura, así brindarnos una forma eficiente y con nuevos estándares ambientales en la actividad agrícola sostenible.

Con la incorporación del sistema de gestión ambiental en la producción agrícola, se logra determinar los aspectos e impactos ambientales negativos que afecta a la organización y su contexto; así diseñar objetivos verificables y proporcionar estrategias que contribuyan a la



mitigación y prevención de los impactos ambientales asociados, generando un ambiente sano y aportando al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

- [1] J. García, “Consideraciones básicas sobre la agricultura sostenible,” *Acta Académica*, 2009.
- [2] B. Mundial, “La agricultura, motor del crecimiento y de la reducción de la pobreza,” p. 11, 2009.
- [3] A. Schwember and S. Contreras, “Mejoramiento vegetal su importancia para la producción agrícola,” pp. 17–25, 2011.
- [4] G. Ambiental *et al.*, “bli ot ec a Bi In ge ría Qu ím ica bli ot ec a de In ge Qu ím ica,” 2015.
- [5] E. Murcia, “Estrategias para la mejora de los sistemas de gestión ambiental en la industria de las curtiembres en el municipio Villa Pinzón Cundinamarca,” pp. 1–36, 2013.
- [6] H. Oneyda, M. Cintra, and C. Alfonso, “Manual de Agricultura de Conservación. Guía de trabajo. Proyecto TCP/CUB/3002.,” *Fao.*, p. 58, 2008.
- [7] Banco Mundial, *Informe sobre el Desarrollo Mundial 2008. Agricultura para el desarrollo*. 2008.
- [8] J. Zhao and J. Tang, “Understanding agricultural growth in China: An international perspective,” *Struct. Chang. Econ. Dyn.*, 2018.
- [9] E. Casadei and J. Albert, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 1st ed., vol. 4. Elsevier Ltd., 2015.
- [10] J. A. Segrelles, “Problemas Ambientales, Agricultura y Golobalizaión en América Latina,” *Scr. Nov.*, no. 92, p. 46, 2001.
- [11] I. Ambientales, “Impactos Ambientales en Agricultura.”
- [12] S. T. Far and K. Rezaei-Moghaddam, “Impacts of the precision agricultural technologies in Iran: An analysis experts’ perception & their determinants,” *Inf. Process. Agric.*, vol. 5, no. 1, pp. 173–184, 2018.
- [13] A. Perez and C. Landeros, “Agricultura y deterioro ambiental,” *Elementos*, vol. 73, pp. 19–25, 2009.
- [14] M. Altieri, “La Agricultura Moderna: Impactos Ecológicos y la Posibilidad de una Verdadera Agricultura sustentable,” *On-farm Eval. “push–pull” Technol. Control stemborers Striga weed maize West. Kenya. F. Crop. Res.*, vol. 106, no. 3, pp. 224–233, 2009.
- [15] J. M. Paruelo, J. P. Guerschman, and S. Verón, “Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo,” *Cienc. Hoy*, vol. 15, no. 87, pp. 14–23, 2005.



- [16] F. Vera and J. Romero, “Impacto ambiental de la actividad agraria,” *Agric. y Soc.*, no. June 1994, pp. 153–181, 1994.
- [17] R. Cortignani and G. Dono, “Agricultural policy and climate change: An integrated assessment of the impacts on an agricultural area of Southern Italy,” *Environ. Sci. Policy*, vol. 81, no. December 2017, pp. 26–35, 2018.
- [18] N. Machín and F. López, “Agricultura y medio ambiente; equilibrio territorial,” *Medio Ambient.*, p. 43, 2012.
- [19] F. Beeckman, H. Motte, and T. Beeckman, “Nitrification in agricultural soils: impact, actors and mitigation,” *Curr. Opin. Biotechnol.*, vol. 50, pp. 166–173, 2018.
- [20] A. Vengoechea, “Las cumbres de las naciones unidas sobre cambio climático,” *Friederich Ebert Stift.*, pp. 1–6, 2012.
- [21] M. González, J. Enrique, G. E. Socorro, A. C. Óscar, J. P. Javier, and J. Navar, “Cambio Climático Mundial: Origen y Consecuencias,” *Cienc. Uanl*, vol. VI, no. 3, pp. 377–385, 2003.
- [22] MAPYA, “Agricultura y medio ambiente,” *Libr. blanco la Agric. y el Desarrollo Rural*, pp. 526–527, 2003.
- [23] P. Fernandez, “Estudio del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos. aplicación en diecinueve pequeñas cuencas en españa,” *Tesis Dr.*, p. 267, 2002.
- [24] E. L. Estado, *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2016: Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria*. 2016.
- [25] R. Ortiz, “El cambio climático y la producción agrícola,” *Banco Interam. Desarrollo*, p. 32, 2012.
- [26] G. C. Nelson *et al.*, “POLÍTICA ALIMENTARIA Cambio Climático.”
- [27] P. C. Cantú, “Cambio climático: sus repercusiones para la sustentabilidad,” *Sustentabilidad ecológica*, vol. 17, no. 67, pp. 31–36, 2014.
- [28] G. Altieri, Miguel; Funes, Fernando; Henao, Alejandro; Nicholls, Clara; León, Tomas; Vázquez, Luis; Zuluaga, “Hacia una metodología para la identificación, diagnóstico y sistematización de sistemas agrícolas resilientes a eventos climáticos extremos,” p. 21, 2011.
- [29] D. Hoffmann, “Género , agricultura y cambio climático en Latinoamérica,” pp. 1–4, 2016.
- [30] C. Lau, A. Jarvis, and J. Ramírez, “Agricultura colombiana: Adaptación al cambio climático. CIAT Políticas en Síntesis,” *Cent. Int. Agric. Trop. (CIAT), Cali, Colomb.*, p. 4, 2011.
- [31] C. Bustamante, “Fortalecimiento de las Políticas Agro -Ambientales en Países de América Latina y el Caribe a través del Diálogo e Intercambio de Experiencias Nacionales, Caso Colombia,” *Proy. FAO GCP/RLA*, pp. 1–241, 2013.



- [32] K. Prager, “Agri-environmental collaboratives for landscape management in Europe,” *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, vol. 12, pp. 59–66, 2015.
- [33] R. L. Goldman, B. H. Thompson, and G. C. Daily, “Institutional incentives for managing the landscape: Inducing cooperation for the production of ecosystem services,” *Ecol. Econ.*, vol. 64, no. 2, pp. 333–343, 2007.
- [34] P. Glasbergen, “Understanding partnerships for sustainable development analytically: The ladder of partnership activity as a methodological tool,” *Environ. Policy Gov.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–13, 2011.
- [35] Fao, “Agricultura sostenible: Una herramienta para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe,” p. 48, 2016.
- [36] K. Seidelsohn, *Vulnerabilitätswahrnehmung*, no. 1. 2017.
- [37] M. Á. Altieri, “Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable,” *Agricultura Técnica (Chile)*, vol. 54, no. 4. pp. 371–386, 1994.
- [38] A. Lungarska and R. Chakir, “Climate-induced Land Use Change in France: Impacts of Agricultural Adaptation and Climate Change Mitigation,” *Ecol. Econ.*, vol. 147, no. February, pp. 134–154, 2018.
- [39] N. Zhang, M. Wang, and N. Wang, “Precision agriculture—a worldwide overview,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 36, no. 2–3, pp. 113–132, 2002.
- [40] C. Ragasa and J. Mazunda, “The impact of agricultural extension services in the context of a heavily subsidized input system: The case of Malawi,” *World Dev.*, vol. 105, pp. 25–47, 2018.
- [41] E. Donia, A. M. Mineo, F. Mascali, and F. Sgroi, “Economic development and agriculture: Managing protected areas and safeguarding the environment,” *Ecol. Eng.*, vol. 103, pp. 198–206, 2017.
- [42] D. R. Kanter *et al.*, “Evaluating agricultural trade-offs in the age of sustainable development,” *Agric. Syst.*, vol. 163, pp. 73–88, 2016.
- [43] J. Melorose, R. Perroy, and S. Careas, “La Agricultura Colombiana Próspera, El Camino Para La Paz Foro: ‘Política De Desarrollo Agrario Integral’ En El Marco Del Proceso Para Un Acuerdo De Paz,” *Staterw. Agric. L. Use Baseline 2015*, vol. 1, 2012.
- [44] P. E. F. Guisao and S. M. J. Buriticá, “Sistema de gestión ambiental como estrategia de competitividad en la industria química. Caso de implantación: Colorquímica S.A.,” *Syst. Environ. Manag. as an Strateg. Compet. Chem. Ind. case Color. S.A.*, vol. 2, no. 2, pp. 96–104, 2007.
- [45] ISO, “Iso 14001:2015,” *Transparencia.Puebla.Gob*, p. 14, 2015.
- [46] V. Conesa, ““Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental,”” “*Guía Metod. para la evaluación del impacto Ambient.*,” pp. 1–61, 1993.
- [47] R. D. D. S. de Colombia, “Gestion Ambiental,” *Red Desarro. Sosten. Colomb.*, p. 3, 2014.



- [48] K. Yomar, P. Córdoba, J. Enrique, and V. Alvarado, “ISO 14001 Sistema de gestión ambiental,” *Lloyd’s Regist. Qual. Assur.*, pp. 1–25.
- [49] J. E. García, “Ventajas de la implantación de un sistema de gestión ambiental,” *Técnica Ind.*, vol. 273, pp. 40–43, 2008.
- [50] Enriquez Lina Marcela, “Estrategia Para La Implementación De La Norma Iso 14001 En Empresas Productoras De Palma De Aceite De La Zona Oriental Colombiana,” *PhD Propos.*, vol. 1, p. 172, 2009.
- [51] G. Eugenia and C. Londoño, “No Title,” 2017.
- [52] L. N. Rojas, “Propuesta de un Sistema de gestión ambiental para el sistema de producción cafetera de la finca ‘Las Palmas’, La Vega-Cundinamarca, bajo requisitos de la norma ISO 14001:2004,” p. 96, 2012.



CAPÍTULO 7

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL Y TENDENCIAS HACIA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA BAJO LA ISO 50001

Aura Alejandra Beltrán Contreras* y María Kamila Chacón Rodríguez**
*aura.beco@hotmail.com, **cami_chacon013@hotmail.com

Resumen

Actualmente, diversos países se encuentran en búsqueda del desarrollo sostenible, especialmente, en la implementación de procesos que permitan la mitigación de impactos generados por las actividades humanas que garantice un ambiente sano para las futuras generaciones. En este sentido, es deber de todos generar cambios estructurales en las políticas y programas asociados a la sostenibilidad, donde la eficiencia energética sea foco de atención con la aplicación de normas estándar como la ISO 50001. Las industrias deben apostarle a la productividad, con alternativas al uso convencional de la energía e innovación de la tecnología aplicada, encaminadas al aumento de la competitividad. De acuerdo con lo anterior, el presente artículo de revisión hace una exploración de diversas fuentes bibliográficas que sustentan la implementación de la norma ISO 50001 en el sector industrial, así como las aplicaciones de programas de eficiencia energética en distintos tipos de empresas a nivel nacional e internacional. Dentro del trabajo se analizan las tendencias alrededor de la gestión integral de la energía y como complemento, se presenta un apartado referente a la eficiencia energética y las energías renovables. Se encontró que la aplicación de diversas herramientas derivadas de la eficiencia energética en distintos sectores industriales ha permitido reducir el consumo energético, lo cual ha permitido la reducción de impactos ambientales, permitiendo así un crecimiento alrededor de la sostenibilidad y la productividad industrial.

Palabras clave: Desarrollo energético, Eficiencia energética, Gestión energética, ISO 50001, Sector industrial.

Abstract

Several countries are in search of sustainable development, especially in the implementation of processes that allow the mitigation of impacts generated by human activities that ensure a healthy environment for future generations. In this sense, it is the duty of all to generate structural changes in the policies and programs associated with sustainability, where energy efficiency is the focus of attention with the application of ISO 50001.



Industries must bet on productivity, with alternatives to the conventional use of energy and innovation of applied technology, aimed at increasing competitiveness. Following the above, this review article explores various bibliographic sources that support the implementation of the ISO 50001 standard in the industrial sector, as well as the applications of energy efficiency programs in different types of companies at a national and international level. Within the work, the trends around the integral management of energy are analyzed, and as a compliment, a section referring to energy efficiency and renewable energies is presented. It was found that the application of various tools derived from energy efficiency in different industrial sectors has allowed the reduction on energy consumption, which has allowed the reduction of environmental impacts, thus allowing a growth around sustainability and industrial productivity.

Keywords: Energy development, Energy efficiency, Energy management, ISO 50001, Industrial sector.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores retos que tienen que afrontar la mayoría de países en la actualidad es la transición hacia el uso de energías más limpias y a su vez, dejar a un lado la dependencia hacia los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural es, debido a que son usados como la principal fuente de generación de energía, implementada en actividades del sector industrial, lo que produce no solamente un beneficio y el ser indispensable para el funcionamiento de la industria, sino que al mismo tiempo incide de manera negativa sobre el ambiente, debido al uso irracional, consumo excesivo y la explotación exagerada de los recursos naturales, acelerando impactos como la contaminación atmosférica, cambios en la dinámica de los ecosistemas, daños en la salud humana y la ocurrencia de graves enfermedades asociadas a intoxicaciones por inhalación de compuestos tóxicos.

Dentro de este ámbito, emerge la eficiencia energética en la política mundial, con la aplicación de acciones o estrategias para optimizar el uso de la energía, en relación entre la cantidad de energía consumida y el producto o servicio final obtenido. A partir de allí, inicia la implementación de los sistemas de gestión de la energía a nivel internacional y en Colombia; sin embargo, las acciones y alternativas implementadas al uso convencional de la energía en estos sistemas son discontinuas en el tiempo y en muchos casos, no han proporcionado los resultados esperados por las organizaciones.

Las naciones deben seguir una ruta dirigida hacia la eficiencia energética para combatir el cambio climático, enmarcada en la reducción de emisiones de CO₂, aumento en la seguridad energética y la competitividad [1]. Por otro lado, es necesario hacer una reflexión respecto a los factores que influyen en las decisiones de ahorro y eficiencia energética, y sobre las políticas más adecuadas para su promoción, principalmente, las basadas en instrumentos económicos y de información al interesado [2].



La política y normativa aplicable en el contexto de la eficiencia energética se enmarca en la norma ISO 50001, la cual establece los requisitos que debe tener un sistema de gestión de la energía en una organización para facilitar el mejoramiento del desempeño energético, aumentar su eficiencia energética y reducir los impactos ambientales; así como también incrementar sus ventajas competitivas dentro de los mercados en los que participan, sin comprometer la productividad [3].

En Colombia, los primeros adelantos en materia de eficiencia energética se desarrollaron con la implementación del Programa de Gestión Integral de la Energía para el sector productivo nacional, financiado por Colciencias y la UPME [4]. Como dato adicional y de contextualización, las organizaciones e industrias pueden lograr ahorros de energía hasta de un 40%, algunos sin inversión de capital, mediante la aplicación de procesos de gestión energética [5], [6].

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este artículo es hacer un análisis situacional de la implementación de la norma ISO 50001 e identificar como ha impactado en las estrategias de mitigación la aplicación de políticas de eficiencia energética. Para esto, en la primera parte se expondrán los principales conceptos asociados a la eficiencia y gestión energética, la implementación del sistema de gestión de la energía y los sectores aplicables. Más adelante, se presentarán los fundamentos tendenciales y perspectivas de la gestión y eficiencia energética en Colombia, y a nivel internacional, así como los ámbitos de aplicación y análisis. Finalmente, se presenta un apartado referente a la relación entre la eficiencia energética y las energías renovables, donde surgen diversos puntos de vista respecto a estas alternativas.

Desarrollo del tema

Eficiencia energética en el sector industrial

Respecto a este tema [1] recalca que, desde un punto de vista económico, en el sector de la energía existe una “falla de mercado”, es decir, se está consumiendo más energía que la óptima para atender a los servicios energéticos requeridos y, además, analiza que se pueden contrarrestar con opciones de política económica, como proporcionar un precio a las externalidades, estándares y medidas regulatorias, programas de formación e implementación de planes de eficiencia energética.

En España [7], formuló estrategias para tener instalaciones eléctrica y energéticamente eficientes, dado que permite la reducción de costos técnicos y económicos de explotación. Incluye tres puntos básicos que debe tener un estudio de ahorro y eficiencia energética: contribuye a la sostenibilidad del ambiente mediante la reducción de emisiones de compuestos como CO₂, mejora en la gestión técnica de las instalaciones aumentando su



rendimiento y evitando fallos e interrupciones de los procesos, reducción, tanto del costo económico de la energía como de explotación de las instalaciones. Más adelante, [8] realizó un análisis de la evolución de la eficiencia energética en el sector industrial en España, desde el punto de vista macroeconómico, con la aplicación de indicadores energéticos, para así evaluar adecuadamente el comportamiento de la eficiencia energética de este país y establecer comparaciones a nivel internacional.

Por otro lado, el Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN) decidió elaborar una guía cuyo objetivo fue generar una metodología, así como promover el uso de la ISO 50001 entre las pequeñas y medianas empresas del sector industrial en Castilla y León, España; con esta guía se evaluó la aplicación de la norma ISO 50001 en el sector cárnico, en el sector lácteo/quesero, en el sector auxiliar del automóvil y en la industria de la madera, alcanzando resultados satisfactorios en cuanto reducción de costos, gasto energético y disminución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) [9].

Luego, [10] plantearon soluciones de eficiencia energética en la industria del papel en España, en donde mostraron los beneficios de utilizar equipos, motores y drives, cargas térmicas, un balance de planta y sistemas eléctricos más eficientes; encontraron resultados positivos al aplicar alternativas al uso de equipos requeridos en la industria del papel, con beneficios de un diseño eficiente, un sistema de gestión de la energía, ahorro en la tarifa de acceso y la implementación de sistemas de regulación energética.

En este sentido, [11] afirma que en España todavía existe una gran parte de la industria que no está parcialmente concienciada de los beneficios que puede obtener como resultado de implementar políticas de control energético ni de introducir innovaciones basándose en nuevas metodologías de trabajo. Este autor indica que en el sector industrial el ahorro energético obtenido como resultados de proyectos de eficiencia energética puede oscilar entre el 10 y el 35 %. Además, menciona que el sector industrial ha representado en España, el mayor porcentaje de consumo energético y que la eficiencia energética es importante en las decisiones tomadas en el sector industrial, puesto que de ello dependen sus beneficios económicos y la competitividad en el mercado internacional.

En diversos países se han realizado diferentes análisis respecto a eficiencia energética por parte de entes gubernamentales internacionales como [12], que se encargó de estudiar la evolución de los programas y acciones relacionadas al desarrollo de la eficiencia energética en los 27 países de América Latina y el Caribe, miembros de la Organización Latinoamericana de la Energía (OLADE), para el periodo comprendido entre 2008 y 2013. En términos generales, encontraron que se distingue una mejora en la atención y dedicación de la mayoría de los países respecto a la problemática de la eficiencia energética, debido en buena parte a la certeza de que el cambio climático es una realidad y que una de las formas más factibles para contribuir a la mitigación de sus efectos es aplicar políticas costo-



benéficas de eficiencia energética.

Otra entidad que se encargó de analizar lo referente a eficiencia energética a nivel internacional es la Agencia Internacional de Energía (AIE), que proporcionó los instrumentales necesarios para que los representantes de las políticas prioricen el desarrollo de valores de eficiencia energética, y construyan indicadores significativos para apoyar la configuración e implementación de políticas [13].

Para el año 2016, la AIE y el BID realizaron una publicación encaminada a la población en general de América Latina y el Caribe, con la finalidad de poner en práctica 25 recomendaciones para ayudar al ahorro de energía en las actividades cotidianas, sin sacrificar el nivel de confort. Algunas de estas recomendaciones están dirigidas hacia el hogar, en las vías y en el trabajo, como verificar si la casa en que se habita cumple con los estándares modernos de energía, mejorar el consumo de combustible en los vehículos, estimular el mejor uso de la energía en empresas o instituciones como apagar computadoras y luces cuando no son requeridas. Esta publicación se incorporó a la iniciativa de las Naciones Unidas titulada: “Energía sostenible para todos” que tiene como uno de sus objetivos duplicar el ritmo de mejora en eficiencia energética en todo el mundo [14].

Diversas investigaciones como [15], han mostrado que los impactos derivados de la aplicación de programas de eficiencia energética y sistemas de gestión integral de la energía han sido satisfactorios en industrias como la petrolera, con la reducción de costos, consumo, reducción significativa de emisiones de gases, aumento de la competitividad y los retos que tiene la industria petrolera en este aspecto. Así mismo, [16] mostraron los resultados de la aplicación de programas de eficiencia energética en 7 empresas alimentarias en Cuenca, Ecuador; este estudio reveló que las intervenciones con políticas de eficiencia energética tuvieron un efecto parcial sobre la reducción del consumo específico de energía en 4 de las 7 empresas evaluadas. Adicionalmente, lograron un efecto positivo en la corrección de factor de potencia en una empresa y en la mejora del balance de corriente en 5 de las empresas evaluadas, lo que comprobó la efectividad de los programas aplicados.

Por su parte [17] y [18] analizaron los impactos derivados de la aplicación de Sistemas de Gestión de la energía y la norma ISO 50001 en la industria de elaboración de aceite de oliva. Con estas investigaciones concluyeron que se deben evitar costos adicionales asociados a un incorrecto mantenimiento de la organización, un mal uso de las instalaciones presentes en la elaboración de aceite de oliva o una mala gestión en la contratación de diferentes suministros eléctricos.

Autores como [19], [20], recalcan la importancia de la aplicación de sistemas de gestión integral de la energía en el sector industria y programas de eficiencia energética enfocados a la mejora continua, bajo estándares establecidos por la ISO 50001; dentro de las



experiencias evaluadas, han encontrado que la tendencia hacia próximos años en el sector industrial va en aumento hacia la sostenibilidad, específicamente en las empresas certificadas en ISO 50001, en países como Argentina y Chile. Se destacan las aplicaciones en el sector industrial en Argentina, en pequeñas y medianas empresas; en Chile, se recalcan los lineamientos energéticos de la empresa CMPC Celulosa, quienes recibieron el premio de eficiencia energética en el año 2013, por su mejora en el desempeño energético de todos los procesos que involucra su actividad industrial.

De otro modo, [21] evaluaron una serie de barreras al uso eficiente de la energía en microempresas de Medellín, Colombia mediante el método de proceso de análisis jerárquico, que permite orientar la toma de decisiones mediante la asignación de valores a un fenómeno de observación, de acuerdo con una regla de elección. Además, establecieron que los instrumentos económicos, políticas de precios e incentivos financieros son de gran importancia para este tipo de evaluaciones. De igual forma, [22] y [23] realizaron estudios de caso, haciendo énfasis en las ventajas que trae la aplicación de programas de eficiencia energética en procesos como la elaboración de conservas de atún y en industrias de producción y comercialización de gases industriales y medicinales; potencialmente, evaluaron los requisitos que exige la estándar ISO 50001, en cuanto a revisión energética en las empresas y Sistemas de Gestión Integral de la energía.

Por otro lado, [24], diseñó una metodología para apoyar un proceso de seguimiento, control y análisis del desempeño energético para una empresa líder en la industria del papel, bajo una estructura metodología enmarcada en la pentalogía “Taiichi Ohno”, que proporciona cinco actividades, que incluyen la necesidad de cuantificar consumos de energía hasta la selección de avances en el mejoramiento energético. Los resultados derivaron en que es posible aplicar otro tipo de metodologías para adecuar un proceso de seguimiento, control y análisis del desempeño energético en la industria del papel.

Implementación de la ISO 50001 a nivel internacional y en Colombia.

Como lo menciona [25] el estándar ISO 50001 se desarrolló entre 2005 y 2011, contando con uno de los más rápidos procesos dentro de la organización ISO, gracias al alto interés en la temática y a los importantes aportes realizados por representantes y especialistas de todo el mundo. Colombia acogió formalmente el estándar como Norma Técnica colombiana, a través de la NTC-ISO 50001-2011 [26]. De igual forma, se indica que aquellas empresas interesadas en iniciar el proceso de certificación ISO 50001 deben acercarse al programa para el establecimiento de los compromisos correspondientes. Las empresas que desarrollen exitosamente esta etapa y demuestren su compromiso hacia la ejecución de un Sistema de Gestión Energética bajo los lineamientos de la estándar ISO 50001 podrán ser beneficiarias del acompañamiento en la etapa de Preparación e Implementación para certificación en ISO 50001[25].



En Colombia se está implementando la ISO 50001 y lo referente a Sistemas de Gestión Integral de la Energía en diferentes ámbitos del sector industrial, como el caso de [27], que evaluó la posibilidad de implementar la metodología establecida en la ISO 50001 en una refinería, puesto que es una industria compleja, que requiere mayor consumo energético y alta intensidad energética; este estudio permitió verificar que la refinería presenta los recursos adecuados para poner en marcha un Sistema de Gestión Energética, bajo la ISO 50001, que propicie la eficiencia a lo largo de su vida útil. De la misma forma, [6] revelaron la implementación de un Sistema de Gestión Integral de la Energía en una industria de producción de cemento por proceso húmedo. Los resultados de esta investigación arrojaron un aumento de la eficiencia energética asociado a una reducción del consumo de electricidad de 4.6%, es decir que, con solo la inversión de los procesos a través de tecnologías de gestión aplicados, se puede adoptar un manejo eficiente de la energía y con esto, un progreso continuo.

Por su parte, [28] decidió aplicar las directrices de la ISO 50001 para desarrollar un sistema de gestión de energía en una instalación institucional en la ciudad de Bogotá, con el fin de propiciar el ahorro de energía, por medio de un diagnóstico general de las instalaciones, identificando usos y mecanismos para identificar el consumo, pues este tipo de instalaciones puede tener las condiciones necesarias para ser un ejemplo en Colombia y el mundo en eficiencia energética. Mediante este estudio se reconoció la importancia del ahorro de energía y es una base para análisis de eficiencia energética.

Igualmente, [29] presentó una propuesta para aplicar un Sistema de Gestión Integral de la Energía en la empresa Colombates S.A, de acuerdo con los lineamientos establecidos en la ISO 50001, aplicando modelos analíticos y estadísticos que facilitaron la toma de decisiones a todos los niveles y la búsqueda de la mejora continua; en esta investigación, se logró que esta empresa redujera en un 25% los gastos energéticos, por medio de labores de gestión de buenas prácticas y de cambios tecnológicos. Dentro de este ámbito, [30] diseñó e implementó una metodología para la organización energética, de acuerdo con lo estipulado por la ISO 50001 en la empresa "Oleo hidráulica"; esto tuvo como resultado la planificación energética, por medio del establecimiento de la estructura de consumo energético y las zonas de consumo más importante, lo que condujo a establecer la base y la fijación de la meta energética en esta organización.

Tendencias de la gestión energética en Colombia

Muchos estudios confirman los resultados de la implementación de un Sistema de Gestión Integral de la Energía en el país [4], [5], con la aplicación de modelos de gestión energética para el sector productivo del país y la presentación del desarrollo y avances del modelo de gestión energética colombiano, aplicado a empresas de diversos sectores del país, que



permitió reducir el consumo y costo de energía a través de un proceso de avance continuo, incrementando la competitividad y la reducción del impacto ambiental.

Por otra parte, [31] realizaron el análisis para poder incorporar a los sistemas de gestión integral de energía y por ende a los procesos industriales de las organizaciones colombianas, a través de estrategias de gestión, sistemas de intervención y control y principalmente las tecnologías “smart grids”, que permiten la medición en tiempo real tanto de los consumos energéticos, como de la producción y el manejo sistematizado de la información. En este estudio llegaron a la conclusión de que se presentan muchas dificultades para poder contar con estos tipos de equipos que permiten tener indicadores acerca de la gestión empresarial en el país, especialmente por la ausencia de recursos económicos de las empresas y el uso inadecuado de la gran cantidad de información obtenida debido a la falta de capacitación de los empleados, por lo tanto si la industria en Colombia tuviera un sistema de medición, registro y manejo de información apropiado, los indicadores energéticos serían de gran uso para la adopción de las acciones pertinentes para lograr un consumo adecuado de la energía.

Siguiendo esta línea estratégica, [32] plantearon las bases para la implementación de un modelo de innovación para promover la gestión energética en Colombia, fundamentado en la sistematización, elección, organización y circulación del conocimiento y el desarrollo a nivel empresariales de herramientas que permitan un nuevo concepto en la forma de disponer los recursos energéticos a través de los sistemas de gestión integral de la energía. Para el año 2016, el Ministerio de Minas y Energía decidió ejecutar un Plan indicativo de eficiencia energética en el cual se estableció el gasto energético en Colombia en donde el sector industrial representa un 28,9% conformado por 4100 empresas, solo superado por el sector del transporte con un 40,2%. Se destaca la utilización como se mencionó anteriormente de la energía térmica, el uso del carbón, el gas natural y el bagazo que suman en conjunto el 83% del total de la energía consumida por la industria, el sobrante 17% está asociado a usos eléctricos. De igual manera formularon una estrategia de desarrollo sostenible y alternativa al uso del carbono, en procura de contribuir a la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero; además, incluye propuestas de eficiencia energética más costo efectivas, y alineadas con las iniciativas de cambio climático en el país [33]. Así mismo, [34] hace énfasis en una política de eficiencia energética para el país, donde se integre el potencial que requiere el país en materia de eficiencia energética, a través de la organización de la institucionalidad, la centralización de la información referente y la priorización de la gestión energética en todos los sectores económicos del país; además, debe promover las empresas de servicios energéticos y dinamizar un mercado de eficiencia energética.

De igual forma, la Red Colombiana de Conocimiento en Eficiencia Energética (RECIEE) informó que el proyecto de implementación SGIE según estándar ISO 50001, que se encuentra en fase de impacto y sostenibilidad de los SGIE en el sector productivo, tiene como objetivo general la consolidación del Sistema de Gestión Integral de la Energía en el



sector productivo colombiano; además, representa la continuidad del Programa Estratégico Nacional en Sistemas de Gestión Integral de la Energía, PEN-SGIE. Los principales resultados de este proyecto fueron el desarrollo de un modelo de normalización de indicadores de desempeño energético en sistemas de gestión de energía y herramientas Lean para apoyar la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía basados en la ISO 50001, entre otros de igual relevancia [35].

Otro punto para destacar, en la gestión energética en Colombia es la legislación en materia de eficiencia energética que tiene el país, pues de esto se deriva la aplicación de programas y sistemas de gestión. Por ejemplo, [36] realizó un estudio comparativo entre la legislación colombiana y la legislación española, correspondiente a eficiencia energética, analizando su aplicación en ambos países, medida con base en la intensidad energética. En el país, rigen dos principales leyes, que fomentan el uso racional y eficiente de la energía y la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional [37], [38]. Sin embargo, los resultados de los programas en el país han sido pocos, especialmente por la escasa atención del gobierno al desarrollo de políticas exitosas, tal vez como consecuencia del modelo energético implementado y del perfil netamente exportador de energía [39].

En el panorama energético nacional, [40] plantea las bases para el futuro del sector energético del país; en este documento, se dan las pautas y líneas de acción recomendables para un periodo entre 2014 y 2050; de igual forma, destaca la importancia de los entes institucionales, y de proporcionar la información necesaria para que en el año 2050 el país sea líder en materia de política energética. No obstante, [41] hace una visión hacia el año 2035, indicando que el gasto eléctrico se ampliará dos terceras partes, una gran cantidad de personas no podrá acceder a la electricidad y el consumo energético a nivel global será de tres veces el actual; por tanto, el cambio en la forma como se genera, comercializa y usa la energía es clave en la transición hacia métodos más limpios de generación y consumo de energía.

Eficiencia energética y energías renovables

En España, se han realizado esfuerzos importantes durante los últimos años para aumentar la capacidad de cobertura de sus necesidades energéticas con fuentes renovables; por ejemplo, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) evaluó la aplicación del Plan de Acción de la Estrategia de Eficiencia Energética y el Plan de Energías Renovables, instrumentos clave de la política energética de este país; esta publicación hace una inspección de los aspectos más relevantes de dichos planes, como la contribución de la biomasa, la energía eólica y la energía hidráulica al balance global, y la atención que se debe prestar a los principales sectores industriales de este país como transporte, industria, usos diversos y transformación de la energía. El plan de acción le apunta a la sostenibilidad del modelo energético, con el desarrollo de fuentes renovables de energía competitivas y la represión de la demanda energética. Igualmente, las energías renovables y la mejora de la



eficiencia energética desempeñan un papel central en el logro del objetivo de asegurar el abastecimiento, frenando la importación de la energía. El principal desafío es plantear una doble estrategia dirigida a diversificar las fuentes y contener en lo posible el consumo de combustibles fósiles [42]. Dentro de este contexto, [43] elaboró un libro que contiene los fundamentos de la generación de la electricidad, la producción de energía a partir de fuentes energéticas renovables en las Islas Canarias y las particularidades de los sistemas eléctricos aislados. En este texto, trataron de proporcionar una perspectiva global de las medidas necesarias para disminuir el consumo energético.

Para América Latina y el Caribe, [44] y [45] analizaron la situación actual, perspectivas, restricciones, y avances al futuro de las temáticas que giran alrededor de la eficiencia energética y las energías renovables no convencionales; de igual manera, identificaron los potenciales que tienen en conjunto estos dos aspectos, y su contribución sinérgica a la mitigación de los impactos al ambiente generados por el uso irracional de la energía. Hay que tener en cuenta que aún queda trabajo por realizar, pues como lo mencionan en estos estudios, América Latina todavía tiene una baja capacidad de adaptación al cambio climático, dado que, en países como Colombia, la dependencia del carbono es alta y, además, falta más regulación y políticas definitivas que conduzcan a una mejora en el sector energético y el impulso y transición hacia energías alternativas o más limpias de producción.

Finalmente, [46] desarrollaron una cartilla informativa, en la que plasmaron de una forma sencilla y didáctica, la importancia de las energías renovables en la conservación del ambiente y en el suministro energético; además, incluyeron explicaciones referentes a las principales fuentes de energías renovables y la gestión eficiente de la energía en los hogares.

Perspectivas a futuro entorno a la eficiencia energética

Teniendo en cuenta todas las variables y componentes que intervienen en los procesos de eficiencia energética en todo el mundo, y los avances ya alcanzados alrededor de esta temática, entidades internacionales como [47] han analizado la situación y perspectivas de los instrumentos atados a la eficiencia energética, donde han determinado el grado de avance, los actores directamente implicados y el papel que desempeñan en este contexto, los recursos de inversión para los programas de eficiencia energética, las principales derivaciones obtenidas hasta el momento y las lecciones aprendidas.

También se han efectuado análisis del escenario actual y las tendencias futuras respecto a la implementación de programas de eficiencia energética [48] y [49], desde el punto de vista del sector industrial, en los cuales, los entes gubernamentales e instituciones académicas han puesto como principal foco de atención, la demanda energética a futuro, las medidas y políticas que se han ejecutado hasta el momento, así como su efectividad. Las



acciones que aún quedan por fortalecer se derivan en el fomento de estrategias a nivel mundial, para que la idea de la energía sostenible se haga realidad.

En países como España, [50] y [51] el sector energético se encuentra en una fase de transición tecnológica, regulatoria y medio ambiental y, por tanto, es necesario abordar la política energética con una visión y planificación de largo plazo. En este país, el suministro energético ha evolucionado durante los últimos años hacia una estructura más diversificada y equilibrada, con creciente participación de las fuentes renovables de energía y del gas natural. De la misma forma, recalcan que la transición energética debe funcionar para la sociedad, que sea una oportunidad y que sea una alternativa que los ciudadanos la perciban como beneficiosa.

CONCLUSIONES

Las diversas aplicaciones de los sistemas de gestión energética en industrias como la cárnica, petrolera, oleícola, cementeras, manufactura, electricidad, y muchas otras en países como España, Argentina, Cuba, Chile, Ecuador, Venezuela y Colombia, demostraron que se puede mejorar el desempeño energético de las mismas, ya que los resultados fueron altamente efectivos, en lo que a costos, consumo y minimización de impactos ambientales se refiere.

A pesar de los avances y resultados ya obtenidos en materia de eficiencia energética, todavía sigue siendo insuficiente y aún queda mucho por realizar y es deber de los países, tanto desarrollados, como en vía de desarrollo y de la población en general, apuntarle a la sostenibilidad ambiental, enmarcada en este caso dentro del uso óptimo de la energía en diversos sectores económicos.

La aplicación de diversas herramientas derivadas de la eficiencia energética, en distintos sectores industriales, ha permitido reducir costos económicos, consumo energético, reducción de impactos ambientales y, sobre todo, crecer en el entorno de la sostenibilidad y la productividad, aspectos relevantes hoy día en cuestiones de competitividad empresarial.

A nivel mundial se debe seguir en la lucha por seguir implementando políticas y estrategias que incorporen la eficiencia energética, los sistemas de gestión integral de la energía, la norma ISO 50001 y el ámbito de las energías renovables y que además resalten el deber que tienen las personas como generadores de cambio ante un panorama actual donde se hace cada vez más necesario hacerle frente a una sociedad llevada por el consumo y el derroche.

La estándar ISO 50001 es la principal norma que rige a nivel mundial entorno a eficiencia energética y Sistemas de Gestión Integral de la Energía; se encontró que su aplicación en distintos tipos de organizaciones ha conducido a la mejora continua. La mayoría de empresas que la han adaptado, se han certificado en desempeño energético y han mejorado en los



procesos industriales, la innovación en tecnología, y aumentado del costo-beneficio.

En Colombia, se han realizado avances entorno a programas de eficiencia energética, ejecución del sistema de gestión integral de la energía y aplicación de modelos integrales de gestión energética, tanto a pequeña escala, así como en sectores industriales, que han servido para dar un gran paso hacia la sostenibilidad. Algunos resultados han demostrado que es posible reducir hasta en un 25% los gastos energéticos con la aplicación de acciones de gestión de buenas prácticas y de cambios tecnológicos en empresas de producción de empaques y una reducción hasta de 4.6% del consumo de electricidad en una industria de producción de cemento. Además, la característica innovadora fundamental del Sistema de Gestión de la energía en Colombia se basa en la sistematización, selección, organización y divulgación del conocimiento y el desarrollo a nivel empresarial de herramientas que permiten un nuevo concepto en la forma de administrar los recursos energéticos.

Respecto a la relación entre eficiencia energética y las energías renovables, es importante resaltar las estrategias encaminadas a su trabajo en conjunto, como alternativas a las energías convencionales y orientadas a la reducción de la huella de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

REFERENCIAS

- [1] A. Pastor, “La política de eficiencia energética ante el cambio climático”, *ICE*, no. 862, pp. 33-42, 2011.
- [2] P. Linares, “Eficiencia energética y medio ambiente”, *economía y medio ambiente*, no. 847, pp. 75-92, abril 2009.
- [3] Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE), “Guía de implementación Sistema de Gestión de la Energía basado en la ISO 50001”, Santiago de Chile, 2012.
- [4] E. Quispe, R. Castrillón, J. Campos y M. Urhan, “El modelo de gestión energética colombiano: desarrollo, experiencias y resultados de aplicación y perspectivas futuras de desarrollo”, en IX Congreso Nacional y IV Congreso de Ciencia y Tecnología del Carbón y Combustibles Alternativos, Santiago de Cali, 2011, pp 17.
- [5] J. Campos, E. Lora, I. Tovar, O. Prias, E. Quispe y J. Vidal, “Modelo de gestión energética para el sector productivo nacional”, vol. 6, no. 1, pp. 23-27, 2008.
- [6] R. Castrillón, R. A. González y E. Quispe, “Mejoramiento de la eficiencia energética en la industria del cemento por proceso húmedo a través de la implementación del sistema



de gestión integral de la energía”, *Dyna*, vol. 80, no. 177, pp. 115-123, 2013.

[7] J. Serra, “Guía técnica de eficiencia energética eléctrica”. *CIRCUTOR S.A.* España.

[8] D. Sevilleja, “Eficiencia energética en el sector industrial”, Tesis de pregrado, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, Madrid, 2008.

[9] Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), “Guía de Aplicación de un Sistema de Gestión Energética en el Sector Industrial”. Junta de Castilla y León, España, 2013.

[10] E. Moreno y R. Granados, “Soluciones de eficiencia energética en la industria”. MAQPAPER, España, 2014.

[11] I. Inda, “Eficiencia energética en el sector industrial”, *Energética XXI*, no. 157, pp. 62-63, 2016.

[12] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), “Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: avances y desafíos del último quinquenio”, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2014.

[13] Agencia Internacional de Energía (AIE), “Indicadores de Eficiencia Energética: Bases esenciales para el establecimiento de políticas”, *Publicaciones AIE*, París, Francia, 2015.

[14] Agencia Internacional de Energía (AIE) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID), “25 ideas brillantes sobre eficiencia energética para América Latina y el Caribe”, *Publicaciones AIE*, Estados Unidos de América, 2016.

[15] J. Rosero, S. Téllez y O. Prias, “Implementación de Sistema de Gestión Integral de Energética (SGIE) en la industria petrolera”, en III Jornada de la Industria Petrolera, Bogotá D.C., Colombia, 2012, pp. 352-359.

[16] G. Carrillo, J. Andrade, A. Barragán y A. Astudillo, “Impacto de programas de eficiencia energética eléctrica, estudio de caso: Empresas alimentarias en Cuenca, Ecuador”, *Dyna*, vol. 81, no. 184, pp. 41-48, abril 2014.

[17] J. Torres, “Sistemas de gestión energética y aplicación al sector oleícola”, Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas, Universidad de Jaén, junio 2015.



[18] D. Marín, “Impacto de un sistema de gestión energética según la norma UNE-EN ISO 50001:2011 en una industria de elaboración de aceite de oliva”, Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas, Universidad de Jaén, julio 2017.

[19] F. Masseroni, “Proyecto de eficiencia energética-Programa nacional de uso racional y eficiente de la energía-Sector Industrial”, Secretaria de Energía de la Nación, Parque Industrial San Francisco, Córdoba, Argentina, septiembre 2014, pp. 59.

[20] J. Soza y C. Soto, “Experiencias en implementaciones ISO 50001 a nivel industrial y su enfoque en la mejora”, CMPC PULP, Santiago de Chile, 2017, pp. 18.

[21] J. Vanegas y S. Botero, “Eficiencia energética en microempresas de Medellín: un estudio de valoración de barreras”, *Lect. Econ*, no. 77, pp. 129-161, 2012.

[22] G. Cañizares, M. Rivero, R. Pérez y E. Gonzales, “La gestión energética y su impacto en el sector industrial de la provincia de Villa Clara, Cuba”, *RTQ*, vol. 34, no. 1, pp. 11-23, 2014

[23] A. Arteaga, M. Fernández y A. Brito, “Evaluación energético-económica en la producción de atún en conservas en la industria ecuatoriana”, *Rev. Cie Téc Agr*, vol. 26, no. 3, pp. 94-102, 2017.

[24] C. Torres, M. Saleté y C. Flórez, “Metodología para el seguimiento, medición y análisis energético de una planta manufacturera”, *Rev. Ing. Energética*, vol. 38, no. 2, pp. 97-105, agosto 2017.

[25] Red Colombiana de Conocimiento en Eficiencia Energética (RECIEE), “Sistemas de gestión integral de la energía SGIE-Beneficios para la industria. Programa Nacional en Sistemas de Gestión Integral de la Energía”. Bogotá D.C, Colombia, 2014.

[26] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), “Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001-Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso”. Bogotá D.C, Colombia, 2011.

[27] N. Laiton R, “Viabilidad técnica y operativa para implementar un sistema de gestión energética (SGE) en una refinería de Colombia basado en la metodología del estándar ISO 50001”, Tesis de maestría, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, Colombia, 2013.



- [28] J. Arce V, “Metodología para implementar un sistema de gestión de energía en una instalación institucional, basado en la norma NTC-ISO 50001 (2011-11-30) caso: Institución Técnico Industrial Francisco José de Caldas”, Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C, Colombia, 2015.
- [29] A. Correa D, “Propuesta para la implementación de un sistema de gestión integral de la energía en la planta de Colombates S.A”, Tesis de maestría, Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia-sede Palmira, Palmira, Colombia, 2016.
- [30] J. Correa, A. Borroto, M. Alpha, R. Gonzales, M. Curbelo y A. Díaz, “Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011”, *Rev. Ing. Energética*, vol. 35, no. 1, pp. 38-47, abril 2014.
- [31] J. Rosero, S. Téllez y O. Prias, “Gestión energética integral en procesos industriales”, *Rev. Visión Electrónica*, no. 2, pp. 175-184, diciembre 2013.
- [32] O. Prias y D. Montaña, “Modelo estratégico de innovación para impulsar la gestión energética en Colombia”. *Energética*, no. 44, pp. 61-68, 2014.
- [33] Ministerio de Minas y Energía, “Plan de acción indicativo de eficiencia energética 2017-2022: una realidad y oportunidad para Colombia”, Bogotá D.C, Colombia, 2016.
- [34] C. Eraso, “Política de eficiencia energética”. Ministerio de Minas y Energía, Bogotá D.C, Colombia, 2016.
- [35] Red Colombiana de Conocimiento en Eficiencia Energética (RECIEE), “Implementación SGIE según estándar ISO 50001-Fase de Impacto y Sostenibilidad de lo SGIE en el sector productivo”. [En línea]. Disponible en: http://reciee.com/index.cfm?doc=submodulo_detalle&id_submodulo=99&key_submodulo=7F6F94A5-CA2A-4FA9-BB16-1C191BFDB4C6.
- [36] G. Mejía, “Estudio comparativo entre la legislación de eficiencia energética de Colombia y España”, *Rev. esc. adm. neg*, no. 77, pp.122-135, diciembre 2014.
- [37] Congreso de Colombia, “Ley 697 de 2001”, Bogotá D.C, Colombia, 2001.
- [38] Congreso de Colombia, “Ley 1715 de 2014”, Bogotá D.C, Colombia, 2014.



[39] Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), “Plan Energético Nacional 2006-2025”, Contexto y Estrategias, Bogotá D.C, Colombia, 2007.

[40] Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), “Plan energético nacional Colombia: Ideario energético 2050”, Bogotá D.C, Colombia, 2015.

[41] Agencia Internacional de Energía (AIE), “World Energy Outlook 2013”, Paris, Francia, 2013.

[42] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), “Eficiencia energética y energías renovables”, *Boletín IDAE*, Madrid, España, 2006.

[43] Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), “Energías renovables y eficiencia energética”. Primera edición, Canarias, España, 2008.

[44] H. Altomonte, M. Coviello y W. Lutz, “Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y perspectivas”, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Naciones Unidas CEPAL, Santiago de Chile, octubre 2003, pp. 71.

[45] J. Montenegro, “Panorama de las energías renovables y de la eficiencia energética en América Latina”, Observatorio de Política Socio Ambiental, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador, 2013, pp. 24.

[46] M. Vanegas, G. Valencia, L. Vega, D. Cortes, D. Silva, Y. Cárdenas, O. Orozco, K. Padilla. L. Bolívar y N. Núñez, “Cartilla Energía Renovable”, Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia, octubre 2014, pp. 27.

[47] Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (CEPAL) “Situación y perspectivas de la eficiencia energética en América Latina y el Caribe”, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2009.

[48] A. Molar, “Panorama energético global: Recursos y reservas, tendencias, tecnologías emergentes y áreas de investigación”, Tesis de maestría, Technische Universität München, 2014.

[49] World Energy Council (WEC), “Consejo Mundial de la Energía: La red de líderes del sector energético que promueve el suministro y uso sostenible de la energía en beneficio de todos”, 2014, pp. 16.



[50] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), “Tendencias y políticas de eficiencia energética en España”, Departamento de Planificación y Estudios, Madrid, septiembre 2015, pp. 72.

[51] Club Español de la Energía y Biblioteca de la Energía “Balance energético de 2016 y perspectivas para 2017”, Club Español de la Energía, Madrid, 2017, pp 110.



CAPÍTULO 8

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS, BASADO EN LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL ISO 14001: UNA REVISIÓN GENERAL.

Camilo Andrés Gómez Lázaro* y Marlon Alfonso Jaimes López**
*camiloandresgl@ufps.edu.co, **marlonalfonsojl@ufps.edu.co

Resumen

El sector de los hidrocarburos es una industria próspera que tiene alta inversión extranjera, ya que tanto el gas como el petróleo son materias primas para la gran mayoría de los bienes y servicios. Un inconveniente notable que tiene esta industria es que, su cadena de producción, especialmente la etapa de exploración y explotación, se generan contaminantes ambientales como derrames o residuos, los cuales afectan directamente los recursos naturales. Como una forma de mitigar estos impactos se implementa el sistema de gestión ambiental ISO 14001. Este sistema se incluye en cada uno de los procesos de la producción, al igual que trabajadores, clientes, administrativos y población aledaña a las áreas donde se ejecuta la actividad de exploración y explotación. Gracias a lo anterior, se va formando una organización que ofrece excelente calidad en el producto y de una forma sostenible con el ambiente.

Palabras clave: exploración, hidrocarburos, petróleo, gas natural, iso 14001, gestión ambiental.

Abstract

The Oil and gas sector are a prosperous industry that has high foreign investment since both gas and oil are raw materials for the vast majority of goods and services. A notable drawback of this industry is that its production chain, especially the exploration and exploitation stage, generates environmental contaminants such as spills or waste, which directly affect natural resources. As a way to mitigate these impacts, the ISO 14001 environmental management system is implemented. This system includes every one of the production steps, as well as workers, customers, administrative staff and the population surrounding the areas where the activity is carried out. By the implementation of the ISO 14001, any organization can offer environmentally friendly and high quality to their customers.

Keywords: exploration, hydrocarbons, petroleum, natural gas, ISO 14001, environmental management.

INTRODUCCIÓN



En la actualidad los hidrocarburos son la fuente de energía más utilizada en el mundo, a pesar de que existen métodos limpios de producción de energía, como la energía eólica, hidroeléctrica, solar, maremotriz, entre otros. [1], además son de difícil acceso, pues se encuentran en el subsuelo llegando incluso a profundidades de más de 3km, ya sea en tierra firme o sumergidas, se encuentran debajo de capas y capas de rocas sólidas [2], obligando a la implantación de proceso de fractura de roca y otros más costosos y perjudiciales para el medioambiente, pero a pesar de sus altos costos en exploración y explotación es un proceso que deja millones de ingresos anuales [3].

Las diferentes etapas en la exploración y explotación de hidrocarburos generan modificaciones a los procesos naturales y a la estructura natural del suelo como resultado se altera la calidad del medio ambiente [4]. A mediados del siglo XX se presentan las primeras alertas ambientales y con ella la necesidad de tomar acciones de reducción de contaminación en las organizaciones [5] [6], es allí donde aparece la gestión ambiental como una estrategia que integra políticas, medio ambiente, educación, enseñanza y motivación para los empleados, los clientes y toda la población que de una forma u otra interactúan con la organización, direccionando de manera estratégica a la organización. [7].

La gestión ambiental está integrada en la norma ISO 14001 con la cual se establecen los aspectos e impactos ambientales asociados a la empresa, implantan controles ambientales, exigen proveedores que implementen igualmente la gestión ambiental en sus procesos y todo esto con el fin ofrecer ventajas competitivas a las empresas [8] [9], incentivándolas a la adopción de sistemas de calidad, gestión ambiental y la inversión en nuevas tecnologías limpias que contribuyan al medioambiente. [10], la norma ISO 14001 también le brinda a las empresas legitimidad institucional y acceso a los mercados extranjeros [11] [12] [13] [14] enfocándose no en el producto final, sino el proceso, es lo que va a hacer diferente la organización, pues así exista una organización en el mismo sector, del mismo tamaño y ejecute la misma actividad la implementación de la ISO va a hacer la diferencia [15] [16], generando grandes beneficios económicos [15].

La implementación de la norma ISO 14001 genera gestión de los procesos y actividades que originan residuos mejorando económicamente pues se ahorra en la gestión de los residuos sólidos y así acceden al certificado ISO 14001 que implica posicionamiento en el mercado pues le da a las organizaciones imagen de una empresa amigable con el ambiente y que cumple con las normas nacionales e internacionales [17].

DESARROLLO

Exploración y explotación de hidrocarburos

Los hidrocarburos están compuestos por átomos de hidrogeno y de carbono, se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza, como gas natural y petróleo, [18] cuando se habla de



producción de hidrocarburos se refiere a todo el proceso que conlleva esa producción, desde el momento en que se piensa el proyecto, se establece el área de la explotación que pueden ser en tierra firme o en los océanos, para la extracción del hidrocarburo se implementan formas de extracción como el fracking, [19] ya que cada vez se vuelve más compleja, debido al agotamiento de los pozos tradicionales, que cuentan con roca permeable lo cual hace que la extracción del hidrocarburo sea más fácil. [20].

El fracking o fractura hidráulica tiene impactos negativos para el medio natural y por ende a las personas; investigaciones demuestran que el 69% de la calidad del agua y el 87% de la calidad del aire cerca a los pozos contiene contaminantes asociados a los químicos que utilizan para ese proceso de explotación en específico [21] [22], también se genera un uso intensivo del agua, contaminación del suelo y movimientos sísmicos son algunos de los contra de la implementación de esta técnica [23]. Aunque los 3 productores más representativos de hidrocarburos son Arabia Saudita, Rusia y Estados Unidos [24], fue en este último donde se inició con la práctica de extracción de hidrocarburos conocida como la técnica de estimulación hidráulica o el fracking [25], donde se le da una permeabilización adicional a las rocas fracturándolas con agua a presión y químicos tóxicos para la salud, para que permitan más fácilmente el flujo del hidrocarburo [26] [27], Estados Unidos uno de los principales consumidores de petróleo en el mundo, con un consumo de 19 millones de barriles al día, no cuenta con grandes reservas que le permitan seguir con ese nivel de consumo [28], el inconveniente más notorio es la exploración de los pozos ya que determinar el volumen exacto de petróleo o de gas natural in situ no es posible, pues los yacimientos están ubicados bajo tierra y no pueden ser monitoreados directamente, así que se recurre a realizar estimaciones en volumen y estado de los yacimientos [3] [29] [30], es el ejemplo de Colombia, en donde la información del subsuelo del territorio es nula [31], inconveniente que hace la inversión extranjera poco atractiva, es el mismo caso de los yacimientos transfronterizos; que son depósitos que se encuentran entre 3 países, por ende los rigen 2 jurisdicciones y marcos regulatorios totalmente diferentes [32] [33]. Las empresas del sector hidrocarburos deben; mejorar las condiciones de vida de las poblaciones que interfieren directa o indirectamente en las actividades de la organización, implementar el tratamiento o reutilización de los residuos, implementar campañas post-consumo, en general las empresas de hidrocarburos deben sino mitigar por lo menos compensar la contaminación que genera su actividad [7].

Desempeño ambiental

Para hablar de desempeño ambiental primero se debe describir el término medio ambiente, el cual es descrito como un entorno donde se relacionan elementos físicos, biológicos, socioculturales, estéticos, filosóficos, etc. [34] Cuya finalidad es formar un conjunto equilibrado de procesos sostenibles que contribuyan a la construcción de los demás elementos, es por esto que si alguno de ellos se ve afectado, inmediatamente se va a destruir



este equilibrio [7], cuando se habla de afectaciones directas, se puede enfatizar en el cambio climático que se refiere a la alteración de la atmosfera, y de los ecosistemas naturales, su principal causa es la presencia de algunos gases en la atmosfera, siendo el dióxido de carbono el que se encuentra en mayor concentración [35], el cual es producido principalmente por el hombre y las actividades industriales, en los casos en que el benceno excede las 0.5 ppm permitidas, afecta directamente el hígado de los trabajadores [36], no solo se presenta contaminación atmosférica, también a los cuerpos de agua como por ejemplo los derrames que se han registrado en el rio Colorado en Argentina, casi desde el instante en que inicio la actividad en la zona [37] y vemos poco control debido a la no inclusión del medio ambiente en la legislación de este país [38].

Existen empresas que omiten la descripción de los impactos que dejan sobre el medioambiente, las explotaciones de hidrocarburos, no son claras en los planes de mitigación ambiental ni tampoco especifican que tipo de afectaciones en la salud humana se presentan debido a la actividad que desarrollan [39], como también existen otras organizaciones y hasta países que cumplen con los requisitos ambientales en el cumplimiento de las normas tanto la ISO 14001 como las normas de cada país, es el caso de Brasil que desde 1970 mucho antes de la publicación de la norma ISO iniciaron con programas para determinar nuevas formas de combustibles para los vehículos, como lo son los aceites vegetales y grasos animales [40].

SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL ISO 14001

De la ISO 14001 se escuchó hablar por primera vez en los años 2000 [41] Y desde entonces más de 300.000 organizaciones del mundo se han certificado en el sistema de gestión ambiental [42], La norma ISO 14001 determina el sistema de gestión como un grupo de elementos que apoya el establecimiento de las políticas y objetivos en la organización, realizando una guía detallada de la estructura de la organización, especificando en responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos [6]. Agregándole a las organizaciones reconocimiento ambiental, de compromiso y de responsabilidad [43] [44], la aplicación de esta norma es respaldada por la normatividad ambiental de cada país, además de los incentivos que se generan por su aplicación [45], ya que para lograr la certificación ISO 14001 primero se requiere estar certificado en la norma ISO 9001 la cual es sello de una organización con procesos y productos de calidad [46].

Para la mayoría de las compañías cuando se producen residuos contaminantes por las diversas actividades que se realizan en la explotación de hidrocarburos, son vistos como “after the fact”, o una producción normal de residuos en ocasiones contaminantes después de los procesos, estas organizaciones no identifican los impactos positivos de la implementación de la norma [47] [48]. con la implementación de la ISO 14001 se establece una reducción en la fuente de contaminación obligatoria e incluyente para cada miembro de la organización [5], ejecutando procesos como; la comprensión de la organización y su contexto, comprensión de las necesidades, alcance del sistema de gestión ambiental, liderazgo y compromiso,



competencia, planificación, auditoría interna, revisión y mejora continua son algunos de los requisitos para acceder a la acreditación ISO 14001 [49].

Para la ejecución de la norma se llevan a cabo controles sobre los aspectos ambientales, realizando la gestión para los residuos sólidos, el control de vertimientos, gestionando los tramites ambientales (licencias, permisos y demás) también con el desarrollo de guías para el control y seguimiento de la contaminación atmosférica [50] guiando las organizaciones hacia una economía ecológica la cual busca un crecimiento económico respetando el medioambiente [51].

En un estudio del sector hidrocarburos realizado en el año 2003 en España se determinó que de 95 empresas de la industria que implementaron la norma ISO 14001, el 45% consideran que mejora la gestión ambiental, el 15% que mejora su imagen en el mercado, un 36% que genera características positivas a las organizaciones, y solo el 4% de las empresas dicen que no tuvieron ningún cambio [7].

CONCLUSIONES

La contaminación por el sector hidrocarburo es generada por diferentes procesos; en la explotación y exploración, en el transporte tanto de los empleados como del producto y materiales para su producción, en los residuos de los procesos, también los residuos generados por el personal, en la adecuación del espacio para las instalaciones se alteran la fauna y flora de la zona, afectando las comunidades que se desarrollan en el área y por supuesto los empleados, todas estas afectaciones se pueden evitar conociendo de manera detallada los procesos de la empresa y realizando planes de prevención y mejoramiento del medio laboral.

Además de la implementación del sistema de gestión ambiental, también se debe aplicar en las organizaciones toda la estructura que ofrecen las normas relacionadas con la actividad que desempeña la organización ya que el proceso de fractura puede ser viable siempre y cuando se estructure y se invierta en proyectos sostenibles y de investigación, también se debe promover el uso de energías verdes, porque hasta el momento y con la incursión del fracking la orientación energética en Latinoamérica va dirigida a combustibles fósiles además que en la mayoría de los casos cuando se habla de fracking no se incluyen temas como el de la seguridad hídrica ni los impactos que tiene en las fuentes de agua.

Las organizaciones que adoptan un sistema de gestión ambiental ISO 14001 son impulsadas a desarrollar procesos de cambios en sus actividades mejorando así sus sistemas de producción, calidad de producto o servicios y adquiriendo ventajas competitivas ante otras organizaciones que estén en su mismo mercado, también las organizaciones investigan y aplican procesos de cambio, pues existen otros medios para la producción de energía, el ejemplo más cercano es la del gas natural, por lo tanto mediante su adopción se lograra la



disminución de los aspectos y minimización de impactos generados al medio, esto se logra mediante la mejora continua de todas los procesos desempeñados en la organización.

La alta gerencia de las organizaciones es el pilar más importante a la hora de implementar un sistema de gestión ya que se requieren de recursos tecnológicos, humanos, financieros y un gran compromiso en cumplir los objetivos y la política ambiental la cual es la piedra angular de un sistema de gestión ambiental ya que con ella se concientiza a los empleados altos directivos de la organización.

REFERENCIAS

- [1] L. A. Camargo, M. N. Arboleda y E. Cardona, «PRODUCCIÓN DE ENERGÍA LIMPIA EN COLOMBIA, LA BASE PARA UN CRECIMIENTO SOSTENIBLE,» *compañía expertos en mercados*, p. 5, 2013.
- [2] S. Martins, M. Silva, O. Azevedo y P. Silva, «PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E IMPACTOS AMBIENTAIS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES,» *holos*, vol. 6, p. 24, 2015.
- [3] v. rodriguez padilla, «sistema de estimacion, certificacion y aprobacion de reservas de hidrocarburos en mexico; analisis de desempeño,» *ingenieria investigacion y tecnologia*, vol. 14, n° 3, p. 10, 2013.
- [4] L. E. SÁNCHEZ, «Evaluación de impacto ambiental: conceptos y métodos,» p. 1, 2006.
- [5] s. Kitazawa y J. Sarkis, «The relationship between ISO 14001 and continuous source reduction programs,» *international journal of operations and production management*, vol. 20, n° 2, p. 23, 2000.
- [6] N. Acuña, L. Figueroa y M. Wilches, «influencia d elos sistemas de gestion ambiental ISO 14001 en las organizaciones: caso estudio empresas manufactureras de barranquilla,» *revista chilena de ingenieria*, vol. 25, n° 1, p. 10, 2017.
- [7] L. Casallas Villegas, «IMPACTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL A PARTIR DE LAS NORMAS TÉCNICAS NTC ISO 14001 Y NTC 9001 EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA,» UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA (FAEDIS PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS DIPLOMADO EN SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD, bogota, 2015.

- [8] M. V. Russo, «Explaining the impact of ISO 14001 on emission performance: a dynamic capabilities on process and learning,» *business strategy and the environment*, vol. 18, p. 12, 2009.
- [9] M. Delmas, «stakeholders and competitive advantage: the case of ISO 14001,» *production and operations management*, vol. 10, n° 2, p. 15, 2001.
- [10] N. Darnall y D. Edwards, «predicting the cost of environmental management system adoption: the role capabilities resources and ownership structure,» *strategic management journal*, vol. 27, p. 19, 2006.
- [11] K. Latridis y E. Kesidou, «What Drives Substantive Versus Symbolic Implementation of ISO 14001 in a Time of Economic Crisis? Insights from Greek Manufacturing Companies,» *journal business ethics*, vol. 148, n° 4, p. 18, 2016.
- [12] D. Aravind y P. Christmann, «decoupling of standard implementation from certification: does quality of ISO 14001 implementation affect facilities environmental performance?,» *business ethics quarterly*, vol. 21, n° 1, p. 29, 2011.
- [13] O. Boiral , «Corporate greening through ISO 14001: a rational myth?,» *organization science*, vol. 18, n° 1, p. 20, 2007.
- [14] P. Castka y D. Prajogo, «The effect of pressure from secondary stakeholders on the internalization of ISO 14001,» *cleaner production*, vol. 47, p. 7, 2013.
- [15] P. Bansal y T. Hunter , «Strategic explanations for the early adoption of ISO 14001,» *journal of business ethics*, vol. 46, p. 10, 2003.
- [16] H. Yin y P. Schmeidler , «why do standardized ISO 14001 environmental management systems lead to heterogeneous environmental outcomes?,» *business strategy and the environment*, vol. 18, n° 7, p. 17, 2009.
- [17] M. A. SEJO GARCÍA, A. FILGUEIRA VIZOSO y E. MUÑOZ CAMACHO, «CONSECUENCIAS POSITIVAS DE LA IMPLANTACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ISO 14001 EN LAS EMPRESAS GALLEGAS ESPAÑA,» *REVISTA DYNA*, vol. 80, n° 177, p. 16, 2013.
- [18] O. Ortinez Brito, I. Ize Lema y A. Gavilan Garcia, «La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México,» *gaceta biologica*, n° 68, p. 10, 2003.
- [19] G. Timellini, R. Resca y M. C. Bignozzi, « Ceramic industry air quality Emissions into the atmosphere from ceramic tile processes,» *Comprehensive analytical chemistry*, vol. 73, n° 3, p. 23, 2016.



- [20] F. Cano Barbosa, «Situación de los campos petroleros en aguas profundas del mundo,» *latinoamericana de economía*, vol. 39, n° 155, p. 25, 2008.
- [21] E. Clough, «Environmental justice and fracking: a review,» *current opinion in environmental science and health*, p. 10, 2018.
- [22] J. Hays y M. De melo , «Ethical concerns surrounding unconventional oil and gas development and vulnerable populations,» *Rev Environ Health*, vol. 29, p. 1, 2014.
- [23] Y. C. Ortiz, C. R. Rodriguez y L. C. Ramirez, «Análisis del sistema de gestión ambiental basado en la norma técnica colombiana iso 14001:2015 para las empresas que realicen la fracturación hidráulica para la explotación de gas de lutitas,» *revista de investigacion*, vol. 10, n° 1, p. 20, 2017.
- [24] R. Gutierrez, «Efectos del choque petrolero de 2014 - 2015 en lacaptacion de divisas y el gasto publico,» *economia informa*, n° 391, p. 15, 2015.
- [25] D. Chuprakov y A. S. Zhubayev, «A variational approach to analyze a natural fault with hydraulic fracture based on the strain energy density criterion,» *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, vol. 53, n° 3, p. 11, 2010.
- [26] J. Soeder, S. Sharman, N. Pekney y e. al., «An approach for assessing engineering risk from shale gas wells in the United States,» *International Journal of Coal Geology*, vol. 126, p. 15, 2014.
- [27] M. Soliman, J. Daal y L. East, «Fracturing unconventional formations to enhance productivity,» *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, vol. 8, p. 15, 2012.
- [28] M. Aponte Garcia, «Regionalismos estrategicos, empresas nacionales y transnacionales de hidrocarburos en estados unidos y america latina,» *Problemas del Desarrollo*, vol. 191, n° 48, p. 28, 2017.
- [29] J. Patricelli y C. McMichael, «an integrated deterministic/probabilistic approach to reserve estimations,» *journal of petroleum technology*, vol. 47, n° 1, p. 4, 1995.
- [30] J. Etherington, «Can you have probable without proved reserves?,» *SPE annual technical conference and exhibition*, p. 3, 2004.
- [31] A. Ortiz y J. A. Valencia, «geologia de la cuenca tumaco norte: revision previa de informcion petrolera para perforacion de un pozo estratigrafico profundo,» *boletin de geologia*, vol. 35, n° 1, p. 11, 2013.



- [32] s. castellanos, a. esparza y y. reyes , «reforma energetica: mecanismos para adjudicar campos de exploracion y explotacion de hidrocarburos,» *libre intercambio*, p. 30, 2015.
- [33] J. M. Valenzuela Robles , «YACIMIENTOS TRANSFRONTE RIZOS DE HIDROCARBUROS. ENTRE EL HECHO JURÍDICO Y EL DIPLOMÁTICO,» *anuario mexicano de derecho internacional*, vol. 10, p. 36, 2010.
- [34] V. Martinez, Educación Física. Barcelona, vol. 4, barcelona: ESO , 2005.
- [35] L. Casola y A. Freier, «El nexó entre cambio climático y energía renovable en el Mercosur Un análisis comparativo de las legislaciones de Argentina y Brasil,» *revista derecho del estado*, vol. 40, p. 26, 2018.
- [36] C. A. Perez, J. D. Bosia, M. S. Cantore, A. Chiera, D. R. Cocozzella, R. E. Adrover, S. Borzi y J. O. Curciarello, «Daño hepatico en trabajadores expuestos a hidrocarburos,» *gastroenterol hepatol*, vol. 29, nº 6, p. 4, 2006.
- [37] B. Dillon , «Riesgo, recurso hídrico y explotación de hidrocarburos. El caso especial de los derrames de petróleo en el Río Colorado, La Pampa, Argentina,» *Fac. de Cs. Humanas - UNL pam*, nº 6, p. 21, 2004.
- [38] R. Monteiro de rezende, Normas gerais revisitadas: A competência legislativa em matéria ambiental, vol. 121, Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado, 2013.
- [39] L. E. Sandoval, M. Marin y A. M. Almanza, «EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES Y CONFLICTO EN COLOMBIA,» *revista de economia institucional*, vol. 19, nº 37, p. 25, 2017.
- [40] R. Frey, M. d. g. da rocha, S. Brandao, L. Pontes, J. Padiha, L. Borges y W. Gonzalez, «Cracking and hydrocracking of triglycerides for renewable liquid fuels: alternative processes to transesterification,» *sociedade brasileira de quimica*, vol. 22, nº 7, p. 15, 2011.
- [41] P. Bansal y T. Hunter , «strategici explanations for the early adoption of ISO 14001,» *journal of business ethics*, vol. 46, p. 2, 2003.
- [42] V. Ferron Vilchez, «the dañ side of ISO 14001: the symbolic environmetal behavior,» *europaean research on maagement and business economics*, vol. 23, p. 7, 2017.
- [43] M. Delmas y I. Montiel, «Greering the suply chain: when is customer presure effective?,» *journal of economics and management strategy*, vol. 18, nº 1, p. 30, 2009.



- [44] R. Jiang y P. Bansal, «seeing the need for ISO 14001,» *journal of management studies*, vol. 40, n° 4, p. 20, 2003.
- [45] P. Castka y D. Prajogo, «the efect of pressure from secondary stakeholders on the internalization of ISO 14001,» *cleanes production*, vol. 47, p. 7, 2013.
- [46] G. D. Di paolo, «Calidad integral y mejora continua en el entorno de una gestión estratégica participativa,» *calidad de la administracion publica*, n° 6, p. 7, 2010.
- [47] I. Saizarbitoria y G. Landin, «impacto de la certificacion ISO 14001 en el rendimiento financiero empresarial: conclusiones de una estudio empirico,» *cuadernos de economia y direccion de la empresa*, vol. 14, n° 1, p. 11, 2011.
- [48] S. Link y E. Naveh, «standardization and discretion: does the environmental standard ISO 14001 lead to performance benefits?,» *transactions on engineering management*, vol. 53, p. 11, 2006.
- [49] I. C. d. N. T. y. Certificación., NTC ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso, 2015.
- [50] A. Barrera Garcia, A. Rodriguez Quesada, E. Matos Hidalgo y E. Lopez Gonzales , «Diseño del sistema de gestión de seguridad, higiene y ambiente para empresas refinadoras de petróleo.,» *salud de los trabajadores*, vol. 21, n° 2, p. 10, 2013.
- [51] H. J. Trujillo , J. J. Losada y H. Rodriguez, «Amazonia colombiana, petroleo y conflictos socioambientales,» *revista científica general jose maria cordova* , vol. 15, n° 20, p. 15, 2016.
- [52] A. Freier y G. Schaj, «La fractura hidráulica en Argentina: los cambios en el concepto de territorialidad y la emergencia de nuevos regímenes de soberanía,» *enfoques*, vol. 14, n° 25, p. 27, 2016.
- [53] S. Charry y A. Perez, «EFECTOS DE LA ESTIMULACIÓN HIDRÁULICA (FRACKING) EN EL RECURSO HÍDRICO: IMPLICACIONES EN EL CONTEXTO COLOMBIANO,» *ciencia e ingenieria neogranadina*, vol. 28, n° 1, p. 29, 2017.
- [54] T. Eaton, «Science-based decision-making on complex issues: Marcellus shale gas hydrofracking and New York City water supply,» *Science of The Total Environment*, Vols. %1 de %2461 - 462, p. 11, 2013.



CAPÍTULO 9

UNA VISIÓN GLOBAL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL PROCESO INDUSTRIAL LADRILLERO: IMPACTOS, POLÍTICAS Y ALTERNATIVAS

Maria Viviana Niño* y Yeimar Fair Quintanilla **

*mariaviviano@ufps.edu.co, ** yeimarfairqv@ufps.edu.co

Resumen

En el presente artículo se presenta una visión global del proceso industrial ladrillero en países de Latinoamérica, Europa y Asia. Se hace una revisión de los impactos ambientales en la producción, con especial énfasis por la emisión de gases contaminantes derivados de la combustión en el proceso de operación. Dentro del estudio se establece la importancia del sector ladrillero a nivel global, el cual establece la magnitud del crecimiento que tiene este sector; así mismo, a partir de políticas ambientales se plantea la implementación de nuevas alternativas como los indicadores de ecoeficiencia que orienten a garantizar un desarrollo sostenible.

Palabras Claves: Impacto Ambiental, Emisión, Industria Ladrillera, Políticas Ambientales, Ecoeficiencia y Desarrollo Sostenible.

Abstract

In the present review, a global vision of the industrial brickmaking process is presented in countries of Latin America, Europe and Asia. A review of the environmental impacts in production is made, with particular emphasis on the emission of polluting gases derived from combustion in the process of operation. The study establishes the importance of the brick industry at the global level, which establishes the magnitude of the growth that this sector has; likewise, based on environmental policies, the implementation of new alternatives is proposed, such as eco-efficiency indicators that guide sustainable development.

Key Words: Environmental Impact, Emission, Brick Industry, Environmental Policies, Eco-efficiency and Sustainable Development.

INTRODUCCIÓN

El sector ladrillero es considerado uno de los sectores industriales más dinámicos a nivel mundial en los últimos años [1]. Es por ello que la industria global de fabricación de ladrillos especialmente en el este, centro y sudoeste de Asia, África y América Central ha sido



reconocida como la principal fuente de contaminación atmosférica y emisiones de gases de efecto invernadero[2]. Ya que se reportan ladrilleras poco tecnificadas que presentan un manejo inadecuado constante por parte de los trabajadores en la operación debido a la ausencia de acciones educativas.

En América latina (Colombia, Brasil, México, Ecuador, Argentina, Perú y Bolivia), las ladrilleras aportan el 8% de emisiones globales de Gases de Efecto Invernadero, compuestos principalmente por monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NOX), compuestos orgánicos volátiles (COV), y dióxido de azufre (SO₂), representado en 6 millones de toneladas de estos gases, en cada país, según resultados del estudio realizado por la Red de Información de Productores de Ladrillos[3]. Para este contexto la contaminación atmosférica proveniente de diversas fuentes entre las que se encuentra el sector ladrillero (fuentes fijas), representa importancias por ser una de las instalaciones industriales que emite contaminantes a la atmosfera [4]. Es por ello, que las emisiones a la atmosfera son consideradas como prioridad mundial por sus múltiples efectos en la salud y el medio ambiente. Frente a ello, la Organización Mundial de la Salud (OMS) anunció la asociación directa de la contaminación del aire con el deterioro de la salud; adicionalmente diversos estudios demuestran que la contaminación del aire es responsable del 1,4% de todas las muertes en el mundo[5]. En contraste se han creado medidas de contingencia a través de acuerdos y acciones de carácter internacional, como son Agenda 21, Protocolo de Kyoto, Protocolo de Montreal y Convenio de Basilea, entre otros; estas iniciativas buscan detener e invertir la constante degradación del ambiente[6]. Como ejemplo encontramos uno de los desastres ambientales más importantes en la historia (Londres, 1952) en el cual se presentaron más de 13500 muertes asociadas a enfermedades pulmonares por obstrucción crónica (EPOC) relacionadas a la exposición de la contaminación del aire [7].

En cuanto a la industria ladrillera en Colombia se da inicio para finales de 1890, de manera artesanal en el Valle de Aburrá, en Itagüí (Santamaría, Ajizal y Los Gómez). Adicionalmente entre las décadas del 50 a los 70 algunos tejares iniciaron la mecanización de sus procesos con extrusoras de inyección de arcilla para dar uniformidad al ladrillo, determinándose además que hay condiciones dentro de la operación laboral que albergan peligros y riesgos para los trabajadores, sin embargo, esta actividad es primordial como fuente de empleo para los habitantes, pero a la vez generadora de impactos ambientales[8]. Así mismo encontramos cifras que colocan en evidencia la importancia del sector industrial ladrillero en Colombia, donde la actividad edificadora se consolida como un motor de la economía colombiana, cifras que muestran como en los últimos años se ha registrado un incremento de 9 % en su participación dentro de la estructura productiva del país [9]. A su vez, se muestran múltiples oportunidades de crecimiento y desarrollo del mercado para los empresarios del sector y para la mayoría de analistas económicos, siendo conveniente el desarrollo de acuerdos para empresas industriales, inversionistas, firmas constructoras y promotoras extranjeras. Por otro lado, cabe señalar que la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) en 2014



demonstró que frente a otros países tenemos un gran camino por recorrer, puesto que la actividad edificadora es una gran fuente de productividad industrial e innovación de múltiples procesos, diseños y materiales; siendo la producción de minerales no metálicos (cementos, vidrios y ladrillos) los insumos que más demandan la actividad edificadora con una cifra de 9 billones de pesos, señalando puntualmente el sector de cerámica y arcilla; como los principales materiales que generaron más ingresos durante el año 2014 con un total de 130,8 millones de dólares FOB en exportaciones. Es por ello que se pronostica que la construcción en el país continúe creciendo a tasas de 8,9 % hasta 2018, superando el aumento de otros países de América Latina” [9].

Como resultado, se demuestra que el mercado de insumos de construcción cuenta con una gran gama de productos de exportación, como lo son el subsector de cerámica, arcilla y piedra, que son transformados para diferentes subproductos (baldosas, losas de cerámica, acabados y accesorios para la construcción) [9]. Donde el proceso de transformación se lleva a cabo por diferentes tecnologías que incluyen las fuentes puntuales correspondientes a las chimeneas, las cuales emiten diferentes tipos y cantidades de contaminante que dependen de las características de las operaciones, procesos y tipo de combustible que utilizan en ellas, estando sujetas a inspecciones periódicas de las autoridades ambientales y reportes que deben regular los niveles de emisiones de contaminantes[4]. De esta manera se coloca en manifiesto que los procesos productivos son rudimentarios para la mayoría de las industrias ladrilleras, lo que demuestra un descuido en la seguridad, la salud y la sostenibilidad de las industrias” [1].

Visión global en el sector ladrillero: india, España, México y Colombia

En la industria india se realiza la producción a través de hornos de ladrillos, posicionándose como el segundo mayor productor de ladrillos del mundo, junto a China, que tiene más de 100.000 unidades operativas y fabrica alrededor de 250 mil millones de ladrillos al año. Cabe mencionar que la industria ladrillera en India maneja una población de trabajadores alrededor de unos 10 millones y estos a su vez consumen aproximadamente 25 millones de toneladas de carbón al año [10]. Así mismo se considera que la edificación en India incrementará a una tasa de 6.6% por año entre 2005 y 2030. Se espera que la aglomeración de construcciones se incremente cinco veces durante este período, lo que deriva en un aumento continuo de la demanda de ladrillos y otros materiales de construcción [10].

A cerca de las industrias de cerámica en España, se encontró que el valor de producción superó los 12,000 M € en 2004, más del 1% del PBI nacional. Adicionalmente, la construcción de los edificios residenciales fue una de las fuerzas motrices detrás de la demanda, lo que representó el 40% de la cantidad total de viviendas construidas en Europa, es así como el dinamismo en el proceso de construcción impulsó el subsector de ladrillo y baldosas, alcanzando un crecimiento en su nivel de producción para las empresas en el año 2004. Por ello es claro que el uso de materias primas en el sector ladrillero es alto, y por ende



el adecuado manejo y tratamiento térmico de estas materias primas son generadoras de emisiones atmosféricas y contaminantes que deben ser controladas [13]. El sector ladrillero en España considera que las emisiones de CO₂ en la mayoría de las industrias, se producen por la descomposición de carbonatos debido a que las materias primas utilizadas generalmente contienen altas cantidades de estos minerales, hasta un 50%, tales como: pizarras sericítica y arcillas que son usadas en la producción de pavimentos y vueltas [13]. Para el año 2011, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) más importantes liberadas a la atmósfera durante los procesos de calentamiento de cerámica estructural produjeron: La combustión de gas natural (248-271 kg de CO₂ / t de productos fijos en el caso de las baldosas de cerámica). Sin embargo, hay otras emisiones liberadas durante los procesos de producción (debido a la destrucción de carbonatos y / o materia orgánica) que dependen de la composición de las materias primas (62 kg de CO₂ / t en la composición del azulejo, 15 kg de CO₂ / t en los de gres esmaltado y menos de 1 kg de CO₂ / t en los de gres) [13].

Con la industria ladrillera de México, se tiene que: Es una importante actividad productiva generadora de empleos. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2004) en su estudio “Características principales de las unidades económicas, por municipio, sector, subsector, rama y subrama de actividad 2003”, encontró que existen 8 mil 756 unidades económicas dedicadas a la fabricación de productos de arcilla para la construcción en el país [11].

La industria ladrillera para el año 2011 continuó usando procesos iguales a los desarrollados desde la antigüedad, tales como: Preparación manual de la mezcla, moldeo y cocción en los hornos; así mismo siguió empleando combustibles y sistemas de combustión con muy baja eficiencia térmica, siendo altamente contaminantes al generar dioxinas y furanos, los cuales alteran la atmósfera, los cuerpos de agua y el suelo [11].

Para México la presencia de chimeneas humeantes tenía una connotación positiva en la sociedad, eran símbolo de productividad económica y poder, representando los logotipos de los organismos nacionales. Posterior a ello surgieron catástrofes industriales que provocaron muertes y enfermedades (Londres, Los Ángeles, Nueva York), fue así como países de todo el mundo comenzaron a preguntarse cómo y quiénes debían actuar contra la contaminación industrial. Entre las primeras acciones se crearon conferencias internacionales, en la cual se destaca la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano celebrada en Estocolmo en 1972, la cual introdujo pequeños departamentos en las dependencias de salud y la introducción de algunas medidas legislativas para gestionar la contaminación [12].

Para sector ladrillero en Colombia, específicamente en Zipaquirá y Valle de Ubaté, Cundinamarca (Colombia) se tienen por disfuncionalidad: Continuar funcionando en el 2003, con tecnologías artesanales (fuego dormido y colmena), contrario a lo recomendado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) de instalar más hornos tipo túnel de mayor eficiencia energética que permitan un proceso de fabricación óptimo en la obtención del ladrillo [1].



De ahí que los estudios realizados en las ladrilleras del Valle de Ubaté concluyen la demanda de energía para procesar un kilogramo de arcilla según el tipo de horno y la eficiencia ganada al cambiar de tecnología (Tabla I), en la cual se refleja que el cambio de horno influye directamente en la variación del tiempo de cocción y la reducción de la cantidad de emisiones contaminantes a la atmosfera; con lo cual todos reciben un beneficio incluyendo empresarios, trabajadores y habitantes de los territorios aledaños [1].

Tabla I. Eficiencia energética según horno de cocido del ladrillo

TECNOLOGIA	MBTU/KG DE ARCILLA	DE REDUCCION DE CONSUMO ENERGETICO
Fuego dormido	3,559	0%
Colmena	3,139	11,30%
Hoffman	1,009	71,49%
Túnel	0,712	79,88%

Fuente: Enciso et al., 2014

Impactos ambientales y afectaciones en la salud, por emisiones atmosféricas de las industrias ladrilleras: india, Pakistán, España, México, Perú y Colombia

Es necesario resaltar que en las décadas de 1980 y 1990 se han realizado numerosos estudios epidemiológicos en los cuales se ha obtenido suficientes datos para afirmar que existe una correlación significativa entre la exposición al material particulado atmosférico y diversos efectos adversos sobre la salud [14]. Las fábricas de cerámica son una contribución importante a las partículas atmosféricas, que pueden tener un gran impacto en la calidad del aire ambiente debido a sus intensas emisiones de partículas[15] Así mismo según estudios realizados en India se determinó que “las materias particuladas como Carbón Negro (BC), PM2.5 y PM10 han aumentado considerablemente en los países en desarrollo debido a las actividades naturales y antropogénicas”[16].

Adicionalmente se realizaron diversos estudios en Pakistán para el año 2012, encontrando que la rápida urbanización de muchas ciudades del sur y sudeste de Asia ha aumentado la demanda de ladrillos, que normalmente se suministran desde hornos de ladrillos en áreas periurbanas[18]. Entre ellas se encuentra Bangladesh India, Pakistán, China e incluso México, donde la utilización de hornos es altamente implementado para el proceso industrial en el sector ladrillero, emitiendo altas concentraciones de contaminantes a la atmosfera, los cuales son fuente del carbono negro atmosférico que contribuye al calentamiento global y al aumento en el derretimiento glacial [19].

Por otro lado en Pakistán, hay aproximadamente 5000 hornos de ladrillos solo en la provincia de Punjab, donde la práctica convencional que ejercen en el proceso de producción de los ladrillos de arcilla, consumen enormes cantidades de combustible, los cuales contribuyen a



las emisiones de gases tóxicos (CO, CO₂, NO, NO_x y SO₂), humo, PM y compuestos orgánicos peligrosos como los Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), que pueden afectar no solo la flora y la fauna, sino que también representan una amenaza para la salud humana [20]. Como consecuencia, en Asia se realizan diferentes enfoques de modelado, estimando que la contaminación del aire generada por los hornos de ladrillos resulta entre 530 y 5000 muertes prematuras de adultos anualmente solo en Dhaka y se asocia a episodios tempranos de infección aguda de las vías respiratorias, principal causa de muerte entre los niños en Bangladesh [19]. Para las actividades de producción de ladrillo en el municipio de Chiapa de Corzo (México), se siguen utilizando como sistemas de combustión prácticas ya ancestrales generadores de grandes cantidades de CO₂; que contribuyen al calentamiento global y al efecto invernadero [11].

Ahora en las ciudades de Arequipa y Cusco (Perú), las ladrilleras aplican técnicas artesanales con hornos de baja eficiencia y usan combustibles de alto poder calorífico y bajo precio, como llantas o aceite quemado de vehículos, pero altamente contaminantes, que afectan la calidad del aire y la salud de los habitantes cercanos, los propios trabajadores y sus familias. La actividad ladrillera artesanal se desenvuelve en un escenario especial caracterizado por: alta generación de contaminantes, informalidad, economía precaria, inseguridad en el trabajo y reducida capacidad de gestión, donde se encontró impactos ambientales que deben abordarse en términos integrales, contemplando efectos de los proyectos, actividades económicas, medio social de manera que se pueda estudiar las interconexiones entre ambos [17].

Las evidencias de la literatura indican que los efectos respiratorios, especialmente las agudizaciones del asma son los motivos principales de ingreso hospitalario a causa de la contaminación atmosférica [21]. Así mismo, la contaminación de aire se ha relacionado de manera directa con diversas afecciones oculares, principalmente con el síndrome de ojo seco [22]. Por otra parte, La OMS en la Guía de la calidad del aire resalta que la contaminación atmosférica es un factor que contribuye de manera significativa a aumentar la morbilidad, sobre todo en paciente en vía de desarrollo [23] y Según la Secretaría de Salud del municipio de Sogamoso (2012) la primera causa de mortalidad y morbilidad en la ciudad fueron las infecciones respiratorias agudas y las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, atribuibles en parte a la calidad del aire [24].

Ahora bien, para Colombia, [25] afirman que el material particulado es el contaminante atmosférico que plantea un mayor riesgo para la salud de los habitantes de Medellín y su área metropolitana, no solamente por su reconocida capacidad para generar enfermedades cardiorrespiratorias, sino también por su tendencia al ascenso y por las altas concentraciones que se alcanzan en un valle geográfico estrecho y poco ventilado. La falta de controles en los procesos de combustión, los altos índices de emisiones, la escasa innovación en los productos y en general la ausencia de tecnología que mejore sus procesos productivos, tienen a la industria cerámica de la región en una gran crisis [26]. Vemos reflejado un caso puntual en la



Guajira Colombiana, donde se evidencia un fluido comercial importante por ser frontera con el estado Zulia de Venezuela; el cual refleja un dinamismo del comercio legal e ilegal de la Gasolina y el ACPM; elementos que en la actualidad hacen parte fundamental de la dinámica social, económica y ambiental de la ciudad de Riohacha; que generan un alto impacto en el deterioro de la calidad del aire [27].

Políticas en Europa (España), México y Colombia para emisiones atmosféricas

La materia particulada atmosférica es actualmente un tema de preocupación para los administradores de la calidad del aire y las autoridades ambientales, por consecuencia de acciones y políticas introducidas en la última década de la legislación europea [28]. Para el año 2014 la comisión Europa discute el beneficio de seguir regulando normas más estrictas de contaminantes cuando la normativa vigente se incumple frecuentemente, entre ellos España. Por ello, han renunciado a la revisión de la Directiva de Calidad del Aire (2008/50/CE), y como medida de contraste se planteó nuevas políticas que estarán definidas como: 1) Un nuevo Programa de “Aire Puro” para Europa para alcanzar en 2020 los estándares de calidad del aire fijados por la actual legislación vigente. 2) Una revisión de la Directiva de Techos Nacionales de Emisión para que sea más rigurosa e incluya más contaminantes (partículas en suspensión y metano). 3) Una nueva Directiva para Instalaciones Medias de Combustión, que aún se encuentran en proceso de evaluación para incluirlas a la legislación europea, de tal manera que permita demostrar si estas políticas de control serán suficiente para el alto impacto ambiental y perjuicios en la salud de la población [29].

Con relación a las políticas de México, tienen su origen a partir de una serie de propuestas sobre el control de la contaminación atmosférica que se encontraban ajustadas a la aplicación de las mejores técnicas disponibles. Las cuales se hallaban sujetas al control de las fuentes, con el fin de evitar emisiones contaminantes; de esta manera fue necesario implementar el uso de tecnologías en las fábricas como medidas de control. Paralelamente se definió un enfoque de la “administración del recurso aire” que planteaba la promulgación de normas de calidad del aire con el fin de indicar los límites permisibles de tolerancia sin perjuicio en la salud, que para México se desarrolló hasta la década de los ochenta, donde se evidenció que durante el periodo de mandato por el presidente Luis Echeverría Álvarez (1970-1976) se llevaron a cabo grandes acciones que incorporaron políticas ambientales como: La Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente (SMA), la tercera dependencia de mayor jerarquía de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por la Emisión de Humos y Polvos, la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 23 de marzo de 1971, denotando en esta última la primera norma que señalaba obligatoriedad para el mejoramiento, conservación y restauración del medio ambiente. En conjunto se esperaba que todo este modelo legislativo que incorporaba la



introducción del desarrollo de tecnologías encontrará una solución al problema del control de las emisiones contaminantes al aire [12].

Consecutivamente, el gremio industrial se notó amenazado por intereses de la introducción de medidas ambientales que definían la disminución de su producción, frente a ello señalaron que la incorporación de tecnología anticontaminante incrementaría el precio de los bienes y servicios, donde Campillo Sáinz (1973), definió “El deseo de reparar una parte de los daños infligidos al medio ambiente y reducir al mínimo el costo ambiental del desarrollo del futuro, representará, una nueva absorción de recursos productivos y un factor adicional en el costo de producción”. Como medida, el presidente mostró la posición del gremio industrial, donde estableció que aceptaría la compra de tecnología anticontaminante si el desarrollo de la tecnología fuera producido por ellos, de esta manera el sector industrial incorporaría la toma de responsabilidades para el desarrollo de tecnología nacional anticontaminante, de igual manera Echeverría (1973) expuso: “Debemos saber que la lucha contra la contaminación tiene un costo. Constituye una deuda que todos tenemos que cubrir tarde o temprano” [12]. Para Colombia, se tiene que las industrias ladrilleras no se encuentran obligadas a portar una licencia ambiental, sin embargo, existen varias estrategias en las que se desea que el sector ladrillero obtenga el sello ambiental colombiano de manera voluntaria que contribuya al a reducción de impactos ambientales [30].

Por otro lado, se cuenta con la Resolución 909 del 2008, la cual establece las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmosfera por fuentes fijas, como lo son las actividades industriales, equipos de combustión externa con calentamiento directo e indirecto [31]. Que se encuentra reglamentada al mismo tiempo a través del decreto 1076 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual se encarga de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y definir las políticas que contribuirán a la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación [32].

Son varias las disposiciones de ley que regulan la actividad en Colombia, lo que incluye permisos, licencias y autorizaciones, planes de manejo ambiental, control de emisiones, manejo de residuos entre otras; con el fin de proteger de manera integral los recursos naturales y procurar que esta industria atenúe el impacto adverso al medio ambiente, entre las políticas que la direccionan se encuentra la ley 99 de 1993 (Sistema Nacional Ambiental y Ministerio de Medio Ambiente); organismo que se encarga de las políticas ambientales rector de la gestión del medio ambiente [8].

Ahora bien, en relación con el sistema de manejo de calidad del aire en Colombia encontramos autores como Granada (2010), que realizan estudio evidenciando que en más de 50 ciudades del mundo y en organizaciones y entidades internacionales (EEA, USEPA, BM, OMS) se trabaja en el manejo de la calidad del aire y se resaltan las implicaciones de los niveles de desarrollo territoriales y regionales en las medidas de control de contaminantes.



Así mismo la OMS, propone sistemas complejos para el manejo de la calidad del aire urbano; para contaminantes atmosféricos de fuentes móviles y fijas. Estos sistemas propuestos son los más utilizados ya que dividen acciones y resultados que permiten tomar decisiones políticas para la planificación de las emisiones en el territorio, esencialmente de las fuentes móviles y fijas. Algunas de las acciones propuestas más comunes en estos sistemas para el manejo de la calidad del aire son: Analizar la relación dosis-respuesta y Establecer los daños ideales o económicos, tomar decisiones políticas y Realizar medidas de control, comparar el estándar de emisión y de calidad del aire, simular la dispersión de contaminantes y Modelar la dispersión y costos de medidas de control e Indicadores de logros [28].

La formulación de políticas y medidas de control requiere, no obstante, una comprensión basada en la evidencia de las fuentes de emisión, las concentraciones periódicas, la variabilidad estacional y otros factores meteorológicos de estos contaminantes [29]. Finalmente se evidencia que alrededor de todo el mundo (México, Beijín, China, Estados Unidos), colocaron en práctica redes con estaciones fijas de monitoreo, que informa a la comunidad por vía correo electrónico y mensajes de texto acerca de episodios severos de contaminación, que genera información en tiempo real para las concentraciones de contaminantes criterio y gran variedad de sustancias tóxicas [33].

Historia: ecoeficiencia-desarrollo sostenible

La ecoeficiencia tiene sus orígenes en el concepto de desarrollo sustentable presentado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente, en la Asamblea General de las Naciones Unidas, en la cual expone: el reporte Brundtland, también conocido como (Nuestro Futuro Común), de ahí fue entendido el desarrollo sustentable como “el desarrollo que satisface las necesidades actuales, sin comprometer la capacidad de que generaciones futuras puedan satisfacer sus propias necesidades” [34].

Stephan Schmidheiny [35] aporta un conocimiento previo a la ecoeficiencia, donde la define como: La relación entre medio ambiente y la perspectiva con el sector empresariado; es buscar desarrollar un concepto que, uniendo las mejoras ambientales y económicas, muestre a las empresas cual es el reto de la sustentabilidad. De esta manera se crea una guía a partir del término de ecoeficiencia para informar el desempeño de la compañía que proporciona un conjunto común de definiciones, principios e indicadores lo suficientemente flexibles como para ser ampliamente utilizados e interpretados en todas las industrias. El informe define dos categorías de indicadores. Los indicadores de aplicación general, los cuales son válidos para prácticamente todas las empresas y los indicadores específicos de la empresa que se ajustan al contexto particular de cada empresa [34].

Ferrer [36] expone que: “Aunque la gestión se divide en las distintas áreas de la función administrativa, ésta debe desarrollarse desde un aspecto que atraviese de forma transversal todos sus ámbitos, incluyendo el Desarrollo Sostenible; por esta razón se habla de una



Gestión Sostenible para alcanzar la competitividad de las empresas”. Así mismo se habla de responsabilidad Social y Ambiental Empresarial (RSE), cuando se permite llegar a una Gestión Sostenible, pues procura mantener un equilibrio a partir del cual se beneficien tanto la organización como todos los actores con los cuales se relacione; sin embargo, en pocas ocasiones es contemplada en la planeación estratégica y las acciones que se realizan en este sentido son, en su mayoría, involuntarias [36].

Una de las herramientas para lograr eliminar y/o reducir los daños ocasionados al ambiente y por ende a los seres humanos, plantas y animales, de esta industria es la estimación del riesgo ambiental, el cual se aplica en la identificación de riesgos (áreas de oportunidad), estimación del grado de afectación y caracterización del riesgo, para conformar las alternativas de solución [35]. Así mismo, los inventarios de emisiones atmosféricas (AEI) se utilizan para determinar los saldos nacionales de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), para estimar la calidad del aire en áreas urbanas o para evaluar el impacto ambiental de una nueva instalación, entre otras aplicaciones [37].

Para el caso colombiano, son pocos los estudios sobre la RAE en el sector financiero, Montes Vásquez en el 2008 expone que: estudios informados por Pratt y Rojas (2001), son los únicos que indican que el compromiso con el manejo ambiental es escaso. Particularmente, el Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible (CECODES), es una entidad que trabaja en el tema de la ecoeficiencia, pero aún no lo hace en la banca [38].

Alternativas: inclusión de indicadores de ecoeficiencia

La ecoeficiencia ha sido ampliamente aceptada en el mundo empresarial y de negocios, ya que combina algunos aspectos que interesan a este sector: Economía y medio ambiente. Debido a su contribución al aumento de la prosperidad económica con un uso más eficiente de los recursos y menos generación de contaminación. Sus objetivos están orientados a evaluar internamente el desempeño de la organización y servir como herramienta para la toma de decisiones [38]. Esta definición tiene en cuenta que los negocios no operan de manera independiente de la sociedad y de la tierra. La realidad es que las empresas impactan tanto a la población como al medio ambiente en el cual operan. Por esta razón, su desempeño no solo debe estar inmerso en lo económico, sino también en lo social y ambiental [38].

Dado a lo anterior, la innovación medioambiental puede entenderse como: Todos los cambios en la cartera de productos y procesos de producción que abordan los objetivos de sostenibilidad, como la gestión de residuos, la ecoeficiencia, la reducción de emisiones, el reciclado, eco-diseño o cualquier otra acción implementada por las empresas a reducir su huella ecológica [39]. Previamente en Colombia, realizo un análisis en el que resalta que: El principal atraso que ha tenido el país está directamente relacionado con los factores de



innovación y sofisticación de negocios; siendo estos los factores que más fácilmente pueden ser impactados por las compañías [40].

Es importante mencionar que durante el proceso de investigación se encontró: Una propuesta desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, en convenio con PROPEL (Promoción de la Pequeña Empresa Ecoeficiente Latinoamericana) en la que expone un modelo gráfico para evaluar la sustentabilidad de empresas del sector PyME, relacionando su desempeño ambiental con la competitividad integral. Colombia es el único país latinoamericano que presenta una propuesta, propia y diferente, para expresar el desempeño ambiental de una empresa, aunque no incluye el cálculo de ningún cociente [6].

Particularmente en el caso de Medellín, “la ecoeficiencia se ha convertido en uno de los factores claves dentro del proceso de gestión ambiental tanto en el ámbito universitario, como el empresarial y el gubernamental”. Para ello se tomaron la opinión de los actores de la relación universidad – empresa – estado, respecto a los factores que toman en cuenta las empresas para el desarrollo de los productos o servicios. Estos resultados reflejan que el impacto ambiental no está dentro de las tres prioridades tenidas en cuenta por las empresas de Medellín en este contexto [41]. Con base en los análisis, se desarrolló la implementación de los indicadores de ecoeficiencia que permitieron medir la relación entre el funcionamiento ambiental y el funcionamiento financiero de la empresa, para ciertos problemas ambientales globales [42].

Ecoeficiencia = Influencia ambiental / Valor del producto o servicio

Ecoeficiencia = Valor del producto o servicio / Influencia ambiental

CONCLUSIONES

Las emisiones de gases contaminantes de las ladrilleras artesanales se encuentran relacionadas con la baja eficiencia energética que se da principalmente en los hornos de cocción [43]. Las impurezas del carbón y el uso de procedimientos y tecnologías no apropiadas durante su combustión son las causantes de productos residuales que contaminan el aire [26]; en consecuencia [8], afirman que las ladrilleras son industrias legalmente constituidas, tecnificadas, con capital y capacidad instalada según el proceso investigativo llevado a cabo; contrario a esto diferentes autores resaltan la gran preocupación que existe alrededor de esta industria debido prácticas ancestrales y rudimentarias, inexistentes alternativas medioambientales y de eficiencia energética, falta de gestión departamental en el monitoreo y control de emisiones, e incluso total inexistencia de alguna normativa aplicable como lo es en el caso de nuestro departamento Norte de Santander, problemática que a nivel global contribuye a un aumento de emisiones preocupantes de gases efecto invernadero y precursores del calentamiento global como [19] afirman que se realizan



afectaciones en la flora, la fauna y de la misma manera en el aumento de morbilidad y mortalidad en las comunidades afectadas.

Múltiples estudios y revisiones sistemáticas han catalogado la contaminación atmosférica como una causa establecida de morbilidad y mortalidad, Los contaminantes del aire pueden alterar los mecanismos de defensa propios del sistema respiratorio [44]. Por esto se invita al sector ladrillero a garantizar la calidad, mejorar la producción de ladrillos ecológicos y optimizar las condiciones de cocción, manteniendo las características que hacen del ladrillo un material tradicional, en el que se puede reconocer nuestra identidad cultural [45].

REFERENCIAS

- [1] L. F. Enciso Urrego, D. C. Paceho, D. C. Rivera, and M. E. Guerrero Useda, “Análisis de factores de riesgo en trabajadores de ladrilleras de Ubaté,” *Iiec*, vol. 3, no. 2, pp. 5–10, 2014.
- [2] O. Akinshipe and G. Kornelius, “Quantification of atmospheric emissions and energy metrics from simulated clamp kiln technology in the clay brick industry,” *Environ. Pollut.*, vol. 236, pp. 580–590, 2018.
- [3] P. Velasco, “Estudio de localización y diseño de planta en una asociación de ladrilleras de Palmira para el mejoramiento de la seguridad y salud en el trabajo.”
- [4] M. Jaramillo, M. N. Cabrera, W. O. Duque, D. Darío, P. Ruiz, and G. Portilla, “Atmosféricos Por Fuentes Puntuales En La Zona,” *Ing. Desarro.*, pp. 116–129, 2005.
- [5] J. L. Álvarez-Sala Walther *et al.*, “73 – Efectos de la contaminación atmosférica en el aparato respiratorio,” *Neumol. Clínica*, pp. 600–606, 2010.
- [6] E. Rincón and A. Wellens, “Cálculo de indicadores de ecoeficiencia para dos empresas ladrilleras Mexicanas,” *Rev. Int. Contam. Ambient.*, vol. 27, no. 4, pp. 333–345, 2011.
- [7] D. L. Davis, T. Fletcher, and B. Michelle, “A Retrospective Assessment of Mortality from the London Smog Episode of 1952: The Role of Influenza and Pollution,” *Environ. Heal. Perspect.*, vol. 112, no. 1, pp. 6–8, 2004.
- [8] M. S. Silva and L. A. Z. Valencia, “Impacto Ambiental y Gestión del Riesgo de Ladrilleras en la vereda Los Gómez de Itagüí,” *Cuad. Act.*, vol. 0, no. 5, pp. 109–123, 2013.
- [9] CAMACOL (Camara Colombiana de la Construcción), “Retos para los industriales del sector,” *Rev. la construcción Sosten.*, p. 72, 2015.
- [10] U. Rajarathnam *et al.*, “Assessment of air pollutant emissions from brick kilns,” *Atmos. Environ.*, vol. 98, pp. 549–553, 2014.
- [11] C. Gómez, N. Farrera, P. López, F. Domínguez, and J. Moreira, “Estudio exploratorio del impacto ambiental generado por la industria ladrillera del municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas, México,” *Lacandonia*, vol. 5, no. 1, pp. 89–96, 2011.
- [12] C. S. Natalia Verónica, “El control de la contaminación atmosférica en México (1970-1980): tensiones y coincidencias entre el sector salud y los industriales,” vol. 37, no.



- 1, pp. 187–209, 2017.
- [13] I. González, E. Galán, A. Miras, and M. A. Vázquez, “CO₂ emissions derived from raw materials used in brick factories. Applications to Andalusia (Southern Spain),” *Appl. Clay Sci.*, vol. 52, no. 3, pp. 193–198, May 2011.
- [14] A. Quijano and J. Orozco, “MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO-FRACCION RESPIRABLE(PM 2.5) EN PAMPLONA (COLOMBIA),” *Rev. la Fac. Ciencias Básicas*, vol. 3, no. 2, pp. 1–11, 2005.
- [15] A. M. Sánchez de la Campa *et al.*, “High concentrations of heavy metals in PM from ceramic factories of Southern Spain,” *Atmos. Res.*, vol. 96, no. 4, pp. 633–644, 2010.
- [16] M. Arif, R. Kumar, R. Kumar, Z. Eric, and P. Gourav, “Ambient black carbon, PM_{2.5} and PM₁₀ at Patna: Influence of anthropogenic emissions and brick kilns,” *Sci. Total Environ.*, vol. 624, pp. 1387–1400, 2017.
- [17] M. C. Apaza, “Impactos socioambientales por la fabricación de ladrillos en Huancayo Social and environmental impacts by making bricks in,” vol. 03, no. 02, pp. 117–123, 2013.
- [18] M. N. Ahmad *et al.*, “Hydrogen fluoride damage to vegetation from peri-urban brick kilns in Asia: A growing but unrecognised problem?,” *Environ. Pollut.*, vol. 162, pp. 319–324, 2012.
- [19] S. P. Luby, D. Biswas, E. S. Gurley, and I. Hossain, “Why highly polluting methods are used to manufacture bricks in Bangladesh,” *Energy Sustain. Dev.*, vol. 28, pp. 68–74, 2015.
- [20] A. Kamal, R. N. Malik, T. Martellini, and A. Cincinelli, “Cancer risk evaluation of brick kiln workers exposed to dust bound PAHs in Punjab province (Pakistan),” *Sci. Total Environ.*, vol. 493, pp. 562–570, 2014.
- [21] Tecer LH, Alagha O, Karaca F, et al. Particulate matter (PM_{2.5}, PM_{102.5}, and PM₁₀) and children’s hospital admissions for asthma and respiratory diseases: a bidirectional case-crossover study. *J Toxicol Environ Health A*. 2008;71:512–20
- [22] M. Hernández-avila, D. Ph, F. Garrido-latorre, and M. C, “Disen_o_estudios,” vol. 42, no. 2, 2000.
- [23] “Síndrome de ojo seco y contaminación del aire por exposición a ladrilleras artesanales en el municipio de nemocón en adultos de edades de 18 a 60 años en 2017” 2017.
- [24] L. Q. B., H. M. D. Silva, M. I. M. Guerra, and H. F. C. Silva, “Implementación de procesos sostenibles vinculando industrias regionales: reciclaje de residuos siderúrgicos como proyecto de cambio de la manpostería en Boyacá-Colombia,” *Rev. EAN*, vol. 0, no. 77, pp. 82–103, 2014.
- [25] Bedoya, J., & Martínez, E. (2009). Calidad del aire en el Valle de Aburrá Antioquia-Colombia. *Dyna*, 76(158), 7-15.
- [26] G. Guerrero, E. Espinel, and E. N. Florez, “MEDICIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN HORNOS A CIELO ABIERTO EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA , NORTE DE SANTANDER MEASUREMENT OF ATMOSPHERIC



- EMISSIONS IN OPEN KILNS IN THE MUNICIPALITY OF OCAÑA , NORTE DE SANTANDER,” vol. 14, no. June 2008, 2017.
- [27] R. Rojano, H. Arregoces, and G. Restrepo, “Composición elemental y fuentes de origen de partículas respirables (PM10) y Partículas Suspendidas Totales (PST) en el Área Urbana de la Ciudad de Riohacha, Colombia,” *Inf. Tecnol.*, vol. 25, no. 6, pp. 3–12, 2014.
- [28] E. Monfort *et al.*, “Diffuse PM10 emission factors associated with dust abatement technologies in the ceramic industry,” *Atmos. Environ.*, vol. 45, no. 39, pp. 7286–7292, 2011.
- [29] E. Boldo and X. Querol, “Nuevas políticas europeas de control de la calidad del aire: ¿un paso adelante para la mejora de la salud pública?,” *Gac. Sanit.*, vol. 28, no. 4, pp. 263–266, 2014.
- [28] S. Y. S. Ocupacional, “Sistema para el manejo de la calidad del aire en la ciudad de Cali,” *Ing. Ind.*, vol. XXXV, no. 1, pp. 13–24, 2014.
- [29] M. Arif, R. Kumar, R. Kumar, Z. Eric, and P. Gourav, “Ambient black carbon, PM2.5 and PM10 at Patna: Influence of anthropogenic emissions and brick kilns,” *Sci. Total Environ.*, vol. 624, no. December, pp. 1387–1400, 2018.
- [30] NTC 6033
- [31] Resolución 909 del 2008
- [32] Decreto 1076 de 2015
- [33] M. Gaitán, J. Cancino, and E. Behrentz, “Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá,” 2007.
- [34] W. B. C. for S. WBCSD, “Measuring eco-efficiency aa guide to reporting company performance,” vol. 2, pp. 1–36, 2000.
- [35] P. Moreno Munguía, S. Anguiano, and F. Irene, “Estimación de riesgos ambientales causados por la industria ldrillera,” *Congr. Interam. Ing. Sanit. y Ambient.*, p. 1–4 Ilus, 2004.
- [36] Bohórquez Vidal, M. F., Ferrer Toscano, H., Ramírez Garzón, M. T., Anaya Ariza, A., Henao, R., & Nathalia, M. (2011). Propuesta De Indicadores De Gestión Sostenible Para Mejorar La Competitividad De Las Pymes Turísticas: Observaciones De Empresarios En Una Prueba Piloto (Proposal of Indicators forg Sustainable Management to Improve the Competitiveness of Tourism Pymes: Observations in a Pilot Business Test).
- [37] S. E. Puliafíto, D. G. Allende, P. S. Castesana, and M. F. Ruggeri, “High-resolution atmospheric emission inventory of the argentine energy sector. Comparison with edgar global emission database,” *Heliyon*, vol. 3, no. 12, p. e00489, 2017.
- [38] J. Montes, *ECOEFICIENCIA: UNA PROPUESTA DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL EMPRESARIAL PARA EL SECTOR FINANCIERO COLOMBIANO*. 2008.
- [39] E. Monfort, A. Mezquita, E. Vaquer, G. Mallol, and D. Gabaldón-Estevan, “La evolución energética del sector español de baldosas cerámicas,” *Bol. la Soc. Esp.*



Ceram. y Vidr., 2014.

- [40] Montoya, A., Montoya, I., & Castellanos, O. (2010). Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia: elementos actuales y retos. *Agronomía colombiana*, 28(1).
- [41] Hincapié, J. M. M., & Ruiz, L. G. (2015). Identificación de barreras y oportunidades para el desarrollo de la Ecoeficiencia con aplicación empresarial en Medellín (Colombia): Un estudio de caso desde los actores de la relación Universidad, Empresa, Estado. *Revista ESPACIOS* | Vol. 36 (Nº 17) Año 2015.
- [42] Sturm y Müller, 2001
- [43] J. L. Jaya and J. L. Vásquez, “Análisis comparativo de la contaminación atmosférica producida por la combustión en ladrilleras artesanales utilizando tres tipos de combustibles,” *Tesis de grado*, 2012.
- [44] C. Ubilla and K. Yohannessen, “Contaminación Atmosférica Efectos En La Salud Respiratoria En El Niño,” *Rev. Médica Clínica Las Condes*, vol. 28, no. 1, pp. 111–118, 2017.
- [45] C. Coletti, G. Cultrone, L. Maritan, and C. Mazzoli, “How to face the new industrial challenge of compatible, sustainable brick production: Study of various types of commercially available bricks,” *Appl. Clay Sci.*, vol. 124–125, pp. 219–226, 2016.



CAPÍTULO 10

RELLENOS SANITARIOS COMO ALTERNATIVA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SUS IMPACTOS EN EL AMBIENTE

Yesica Paola Tarazona Arévalo* y Yeni Lorena Veloza Mancipe **

* yesicapaulata@ufps.edu.co, ** yenilorenavm@ufps.edu.co

Resumen

El tema de los residuos sólidos constituye una de las mayores preocupaciones de las sociedades y un desafío mundial para la gestión ambiental. Como una solución viable para esta problemática se presentan los rellenos sanitarios como una alternativa de disposición final; sin embargo, una de las principales desventajas son los impactos negativos por la generación de lixiviados y biogás en la descomposición de los desechos. En el siguiente artículo de revisión se hace una breve descripción de los tipos de rellenos más utilizados, sus impactos provocados en el medio ambiente y acciones de control para los residuos generados por esta actividad.

Palabras claves: Acciones de control, biogás, impacto ambiental, lixiviado, relleno sanitario, residuos sólidos.

Abstract

The management of solid waste is one of the most significant concerns of societies and a global challenge for environmental management. As a viable solution for this problem, landfills are presented as an alternative for final disposal. However, one of their main disadvantages are the negative impacts due to the generation of leachates and biogas. In the following review article a brief description of the types of fillers most used, their impacts on the environment and control actions for waste generated by this activity is made.

Keywords: Control actions, biogas, environmental impact, leachate, sanitary landfill, solid waste.

INTRODUCCIÓN

La Superintendencia de servicios públicos domiciliarios en el año 2010 reportó que en Colombia aproximadamente se generan a diario 24.603 toneladas de residuos sólidos equivalente a un 16% más con relación a la cifra relevada en el 2007 por el sistema único de información – SIU. [1], [2]. Los destinos finales de estos residuos son: vertederos, quema al aire libre, botaderos a cielo abierto y rellenos sanitarios [3]. En el País se tiene reportada la



existencia 255 rellenos sanitarios ubicados en las principales ciudades del país mencionando los más importantes como el relleno sanitario Doña Juana ubicado en la localidad de ciudad Bolívar en Bogotá [4], el relleno sanitario el Carrasco de Bucaramanga localizado en la zona suroccidental de la ciudad [5], el Parque Ambiental los Pocitos localizado en Barranquilla [6] y el relleno la Esmeralda ubicado al norte de Manizales [7]. En Norte de Santander el 17.5% de los municipios disponen sus residuos en botadero a cielo abierto entre los cuales se encuentra el Tarra, Convención, San Calixto, Hacarí, Arboleda entre otros y el 82,5% restante disponen sus residuos en cuatros rellenos sanitarios regionales debidamente localizados, con una capacidad financiera, económica, administrativa y operativa, siendo Cúcuta donde se localiza el más importante el Parque Tecnológico Ambiental Guayabal que atiende 19 de estos municipios entre ellos San Cayetano, El Zulia, Sardinata, Salazar, etc, este proyecta una vida útil de 50 años, seguido del relleno sanitario la Madera del municipio de Ocaña que atiende a 6 municipio entre ellos dos del departamento del Cesar (Rio de oro y Gonzales), con una vida útil de 32 años y el relleno sanitario La Cortada del municipio de Pamplona que atiende 8 municipios en el relleno sanitario, con una vida útil de 30 años [8]. Esto evidencia que la mayoría de los municipios del departamento optaron por disponer sus residuos utilizando esta tecnología por ser el método más económico, técnico y aceptable desde el punto de vista de la salud pública y protección del medio ambiente [9]. Sin embargo, estos sitios de disposición de residuos sólidos, son considerados fuentes emisoras de contaminantes atmosférico como material biológico, gases y otros productos de degradación de desechos orgánicos como los lixiviados [10], debido al manejo inadecuado en los métodos de tratamiento y procesamiento de los residuos, pues una vez que se recolectan pueden ser asignados a diversos procesos de transformación, incluyendo el reciclaje, aprovechamiento energético, elaboración de compostaje, producción de biogás, entre otros, lo que sin duda influirá en beneficios sanitarios, ambientales, sociales, económicos y culturales [11][12]. Los impactos ambientales producidos por esta actividad son considerados significativos [13] y le han otorgado ser objeto de licencia ambiental [14]. Según la normativa colombiana el trámite para la obtención de la licencia ambiental deberá realizarse por la persona prestadora de servicio público de aseo en la actividad complementaria de disposición final [15], para obtener esta deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental- EsIA según los términos de referencias establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales- ANLA [16]. La elaboración del Estudio debe cumplir con el alcance y contenido mínimo establecido en: los Aspectos técnicos y ambientales que hacen parte del Reglamento Técnico del Sector agua potable y saneamiento básico-RAS [17], la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales [18], entre otra reglamentación relacionada [19], [20], [21]. El EsIA permite realizar la identificación de impactos potenciales producto de la actividad tanto en su etapa constructiva como operativa y de desmantelamiento, con ayuda de las metodologías cuantitativas y cualitativas para la evaluación de impactos [22], [23], [24]. De la identificación y evaluación ambiental realizada, se desprende un plan de manejo ambiental para incorporar medidas de prevención y rehabilitación en los diferentes componentes del proyecto. El objetivo de este artículo de revisión es dar a conocer los impactos negativos que



genera un relleno sanitarios y acciones para mitigación de los más relevantes como son la **generación de lixiviados y biogás.**

Tipos de rellenos sanitarios

Existen varios tipos de Relleno Sanitario, pero los más utilizados en la actualidad son: Relleno de área, Relleno de zanja, Relleno de rampa y Relleno combinado, todos con un sistema operativo similar. El Relleno Sanitario tipo área se usa cuando se dispone de áreas relativamente planas, donde se pueden depositar los residuos directamente sobre el suelo, en este método se debe establecer una ligera pendiente a medida que se forman las capas con los desechos, para obtener una mayor estabilidad y evitar deslizamientos, el material de cobertura se debe traer de otro lugar. El relleno tipo trinchera, es un método utilizado en regiones planas y se realiza a través de una excavación en forma de zanja, con una altura y ancho adecuado que facilite el uso de los equipos de excavación, la excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo, el material extraído se puede utilizar como material de cobertura. Para el método rampa, se necesita que la ladera cumpla con unas condiciones de inclinación, a esta se le hacen pequeñas excavaciones para formar escalones donde se extenderán los desechos formando capas que se serán posteriormente cubiertos con el material retirado [25] [26].

El método combinado se utiliza cuando las condiciones y características de los terrenos son propicias para utilizar dos métodos a la vez por ejemplo relleno área y zanja, relleno área y rampa o relleno rampa y zanja, este acoplamiento es posible por la similitud en las técnicas de operación que permite un mejor aprovechamiento de la disponibilidad del terreno, material de recubrimiento y rendimiento de los equipos de operación. El método más apropiado lo determinan las condiciones locales, características del terreno y circunstancias operacionales [25] [27] [28].

Impactos ambientales

Un impacto ambiental es considerado como cualquier cambio o alteración en el medio ambiente biótico, abiótico y socioeconómico, ya sea adverso o beneficioso, como consecuencia de los aspectos ambientales, que puede atribuir un proyecto, obra o actividad [29], [14]. Los impactos ambientales generados con la operación de un relleno sanitario afectan directamente los componentes del medio físico, tales como el aire, el suelo, el paisaje, etc. En el caso del medio biótico, sus componentes se ven afectados en la etapa operativa del relleno, en especial la flora y los macro- invertebrados acuáticos. Pero no todos los impactos son negativos también se evidencias impactos positivos que están relacionado con los medios físicos y sociales; en el medio social los impactos pueden ser visto como una alternativa para el desarrollo de la estructura político-social ya que estos presentan una solución a la disposición final de los residuos generados en el municipio, esto conlleva a generar cambios



en el desarrollo local y regional y dinamizar otras actividades que generen ingresos a la misma [30], [31].

La generación de lixiviados y biogás (metano, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, amoníaco y monóxido de carbono) en los rellenos sanitarios se da por la descomposición de la materia biodegradable principalmente por la acción de los microorganismos anaerobios. La presencia de gases altamente contaminantes en un relleno sanitario implica alteraciones en la atmósfera, malos olores, peligros de explosión y una fuente de aportación de gases de efecto invernadero, que favorece al cambio climático y calentamiento global. El que no se realice el adecuado tratamiento de lixiviado los convierte en fuentes potenciales de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas que son utilizadas para consumo humano y actividades agrícolas [32] [33]. Relacionado lo anterior con uno de los casos más relevantes ocurridos en Colombia sobre el relleno sanitario Doña Juana ocurrido el 26 de septiembre de 1997, que por problemas operativos tales como el inadecuado drenaje de lixiviados de la masa de residuos, manejo inadecuado de olores ofensivos y una cobertura escasa de los residuos; estos y otros factores contribuyeron a un deslizamiento del relleno sanitario que contaminó gran parte del río Tunjuelito y causó un problema de salud pública en zonas aledañas al relleno [34] [35], esto deja en evidencia que los compuestos generados en el relleno sanitario son potencialmente perjudiciales para la calidad del medio ambiente y la salud humana, por ello es favorable encontrar una utilidad para estos residuos, convertirlos en **subproductos** de valor que puede ser utilizado como materia prima o auxiliar en otros procesos [36], [37].

Acciones de control de impactos

El biogás es un gas generado por la descomposición de los residuos sólidos en condiciones anaerobias. El aprovechamiento del biogás se convierte en una opción sostenible a partir de tres alternativas que corresponden a su uso directo como combustible de poder calorífico medio, su procesamiento para obtener un gas de calidad equivalente al gas natural, su utilización directa como energía térmica o generando energía eléctrica debido a su alto poder calorífico promedio de 20 MJ/m^3 , varios países han optado por esta última opción entre ellos la India, Nigeria, México, Chile y Colombia. Esta alternativa es propicia para atraer capitales frescos al sector eléctrico, desarrollar nuevas formas de negocio, fomentar la creación de nuevas empresas y mitigar uno de los problemas ambientales provocados por los rellenos sanitarios [38] [39] [40].

En Colombia la mayoría de los rellenos sanitarios han implementado proyectos de captura y aprovechamiento del biogás para la generación de energía eléctrica, entre los cuales se encuentra el relleno sanitario el Navarro de la ciudad de Cali, el relleno sanitario La Glorietta y La Combeima de la ciudad de Pereira, el relleno sanitario la Esmeralda de Manizales, el



relleno sanitario de Bucaramanga El Carrasco entre otros [41], la factibilidad de estos proyectos radica en la cantidad de biogás que producirá el relleno para esto se utiliza un modelo predictivo de estimación de generación de biogás como es el modelo colombiano de biogás, este modelo es un instrumento de cuantificación con el cual se proyecta la generación y captura de biogás y determina cuál proyecto de aprovechamiento es viable implantar en el relleno [42], [43].

Con la diversificación de la matriz energética la energía generada en cualquier proyecto de aprovechamiento podrá ser distribuida en las redes eléctricas, generando ingresos económicos al relleno y asistiendo a las hidroeléctricas en épocas de sequía [44]. Por otra parte, el tratamiento de lixiviados permite su descontaminación mejorando las características fisicoquímicas del líquido percolado, pudiendo usarse para algunas actividades en específicas como el riego de plantas. Existe una gran cantidad de tecnologías, sistemas e investigaciones que se ha realizado, y aún se realiza, alrededor del tema. El tratamiento de lixiviados se puede realizar mediante, procesos aerobios, procesos anaerobios, recirculación, evaporación, sistemas naturales, sistemas de membranas y tratamiento en PTAR, estos presentan ventajas y desventajas en cuanto al manejo de características problemáticas de los lixiviados, complejidad operacional, costos operativos y rendimiento en la remoción de los diferentes parámetros fisicoquímicos exigidos por la normativa sobre vertimiento [45], [46], [47]. Existen varios antecedentes de tratamiento aerobio y anaerobio de lixiviados que han reportado muy buenos resultados. El tipo de tratamiento aerobio más difundido es lodos activados o lagunas aireadas y reactor de biodiscos o RBC (Contactador Biológico Rotante) este último utilizado por el Parque Tecnológico Ambiental Guayabal como un experimento a escala piloto que aunque presento buenos resultados en la disminución de la carga contaminante, por su alto costo de operación no pudo ser implementado, en la actualidad en este relleno se utiliza la evaporación forzada, pero esta no presenta una gran eficiencia en épocas de lluvia [48]. En cuanto al tratamiento anaerobio de lixiviado, el sistema de mayor expansión es el reactor UASB (Reactor anaerobio de flujo ascendente), utilizado a escala piloto por el relleno sanitario el carrasco de Bucaramanga con resultados favorables en la remoción de DQO demostrando la tratabilidad biológica del lixiviado por vía anaerobia [49]. Algunos autores recomiendan implementar un tren de tratamiento clásico que incluya un pretratamiento que condicione el efluente, un tratamiento primario o fisicoquímico (coagulación y floculación) para la remoción de constituyentes precipitables como los metales pesados, un tratamiento secundario o proceso anaerobio que tiene altas eficiencias a bajos costos, y por ultimo un pulimento posterior con un tratamiento terciario o proceso aerobio que permite bajas concentraciones en el efluente en términos de DBO. Cabe resaltar que la combinación de las tecnologías se puede efectuar de cualquier forma siempre y cuando se tenga en cuenta las condiciones del relleno sanitario, la disponibilidad de terrenos, de energía eléctrica, de suministros de químicos, de partes de repuesto, o de personal calificado



para la operación, los residuos sólidos dispuestos y los costos de operación de cada una de ellas [45], [50].

CONCLUSIONES

Los rellenos sanitarios son una buena alternativa para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y cuando están bien diseñados y son operados de manera adecuada generan grandes beneficios a la población y el medio ambiente. Existe toda una normativa que sanciona y vigila la ubicación, el diseño, la construcción y operación de los sitios para la disposición final de estos residuos.

Los rellenos sanitarios presentan impactos ambientales significativos por lo cual requiere de una licencia ambiental para su construcción y operación.

La cantidad de rellenos sanitarios a nivel mundial que ha implementado sistemas de recolección de biogás para transformarlo en energía ha aumentado en la última década, duplicando la cifra reportada en 1995, esto refleja que los países están iniciando su proceso hacia la mitigación de gases de efecto invernadero producidos en rellenos sanitarios. Además, ha optado por un tratamiento anaerobio de los lixiviados ya que ha presentado mejores resultados en la disminución de la carga contaminante de este efluente.

REFERENCIAS

[1] Botero, C, López, F, Ángel, L, Álvarez, O. 2010. Gestión integral de residuos sólidos en instituciones de educación superior, 2010. Pontificia Universidad Javeriana. Diplomado Escuela de Formación en Gestión y Administración de Residuos en Instituciones de Educación Superior. Secretaría Distrital de Habitad. *Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – UAESP*. Bogotá, Colombia.

[2] Baquero, M y López, A. (2010). *Gestión integral de residuos sólidos en instituciones de educación superior, 2010. Pontificia universidad javeriana. Diplomada escuela de formación en gestión y Administración de Residuos en instituciones de educación superior*. Secretaria Distrital de Habitad. Unidad administrativa especial de servicios públicos- UAESP. Bogotá, Colombia.

[3] Bernache Pérez G. (2015), La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. Sociedad y Ambiente, Red de Revistas científica de América Latina y el Caribe, vol. (1), pp. 72-98.



[4] Alcaldía mayor de Bogotá. (2018,10). Relleno sanitario Doña Juana (online). Disponible en: <http://bogota.gov.co/tag/relleno-sanitario-do%C3%B1a-juana>

[5] CDMB, Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga. Relleno sanitario carrasco (2018,15, abril) (online). Disponible en: <http://www.cdmb.gov.co/web/>

[6] C.R.A, Corporación autónoma regional del atlántico. (2018,13.) Parque ambiental los pocitos. (Online). Disponible en: <http://www.crautonomia.gov.co/>

[7] CORPOCALDAS, Corporación autónoma regional de caldas, gestión ambiental para el desarrollo sostenible. (2018,13). (online). Disponible en: <http://www.corpocaldas.gov.co/>

[8]CORPONOR. Síntesis Ambiental de Norte de Santander. Plan de acción ajustado 2007-2011.

[9] Villafuerte, S.I., Flores O., D., Guadalupe G., E., y Zea A.,M., (2004).” Evaluación ambiental del relleno sanitario para el santuario histórico de Machu Pichu y pueblos aledaños. Revista del instituto de investigación Figmmg,7 (I4): 54-64.

[10] Hincapié, I., Estévez, S., Giraldo E. (2001). Análisis y comportamiento de compuestos orgánicos volátiles en las emisiones de biogás del proveniente del relleno sanitario Doña Juana.

[11] Pajaro, N. y Olivero, J. (2011). Química verde: un nuevo reto. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 21(2), 169-182.

[12] Severiche, C. y Acevedo, R. (2013). Biogás a partir de residuos orgánicos y su apuesta como combustibles de segunda generación

[13] Rojas Torres, Y. *MANUAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL*. (2003). Universidad De San Carlos De Guatemala. México

[14] Decreto N°2041, Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales, Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible, Bogotá D. C., Colombia, 15 de octubre del 2014.



[15] Decreto 838. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Presidencia de la República de Colombia Bogotá, D. C.23 de marzo de 2005.

[16] Términos de Referencia. Estudio de impacto ambiental para la construcción y operación de rellenos sanitarios RS-TER-1-01. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, dirección de licencias, permisos y tramites ambientales. Bogotá, D. C. 2008

[17] Resolución 0330. Por el cual se adopta el reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico- RAS y deroga las resoluciones anteriores. Ministerio de vivienda ciudad y territorio. Bogotá, D. C.8 de junio del 2017

[18] Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Viceministerio de Ambiente Dirección de Licencias, Permisos y trámites Ambientales. Bogotá, D. C. 2010

[19] Decreto 1076. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C. 26 de mayo del 2015.

[20] Decreto 1784. Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2016 en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Bogotá D.C. 2 de noviembre del 2017.

[21] Metodología General Para La Elaboración Y Presentación De Estudios Ambientales. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales- ANLA. Bogotá D.C.27 de abril del 2015

[22] Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C. & Garmendia, L. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid. Pearson Educación, S.A.

[23] Arboleda González, J.,A. (2008) *MANUAL PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES*. Medellín, Colombia.

[24] Conesa, Fernández. V.,(1993). *Guía Metodológica Para La Evaluación Del Impacto Ambiental*. Madrid. Ediciones Mundi- Prensa.



[25] JARAMILLO, J, (1991), GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES, Washington, D.C,EE.UU. Adaptación y edición Francisco Zepeda.

[26] JARAMILLO, J, (2002), GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES,Lima,Peru, OPS/CEPIS.

[27] DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN DE ANTIOQUIA, (1988), *Guía para el diseño, construcción y operación de un relleno sanitaria manual*, Medellín, Colombia, Imprenta Departamental.

[28] Tchobanoglous, G.(Ed). (1982). DESECHOS SÓLIDOS PRINCIPIOS DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN. Mérida, Venezuela: Ambiente y los Recursos Naturales Renovables AR-16.

[29] NTC-ISO 14001:2015. Sistemas De Gestión Ambiental. Requisitos Con Orientación Para Su Uso. ICONTEC. Bogotá, D. C. 23 de septiembre de 2015.

[30] Zapata Muñoz, A. F & Zapata Sánchez, C.E. (2013). “Un método de gestión ambiental para evaluar rellenos sanitarios. Gestión y Ambiente”. Vol. 16, núm. Pág. 105-120.

[31] Esteban, M; 1984. Evaluación de impacto ambiental. Editor: MAPFRE, 609 p.

[32] Collazos Peñaloza, H.(Ed).(1993).*RESIDUOS SÓLIDOS*. Bogotá D. C., Colombia, FUNPIRS.

[33] Collazos, H. (1998). *Deslizamiento De Basuras En El Relleno Sanitario Doña Juana*. Santa Fe de Bogotá. CEPIS.

[34] Noguera, K & Olivero, J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. *Revista Dela Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*. 34(132), pp. 347-356.

[35] Meadows. M., Franklin, F., Campbell, D., Riemer, P. (1997). *Global methane emissions from solid waste disposal sites. In: Ayalon, O., Shechter, M., 2001. Solid waste treatment as a high priority and low-cost alternative for greenhouse gas mitigation*. Environmental Management 27, 697- 704.



[36] Acurio, G, Rossin, A, Teixeira, P y Zepeda, F. (1998). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Publicación conjunta del banco interamericano de desarrollo y la organización panamericana de la salud.

[37] José L. Arvizu F. y Jorge M. Huacuz V. (2003), Biogás de rellenos sanitarios Biogás de rellenos sanitarios para producción de electricidad, *Boletín IIE*, vol. (1), pp. 118-123

[38] Camargo, Y. & Vélez, A. (24 y 25 de septiembre de 2009). EMISIONES DE BIOGAS PRODUCIDAS EN RELLENOS SANITARIOS. *REDISA*. Recuperado de <http://www.redisa.net/>.

[39] Arvizu Fernández, J. L. (1997). Energía a partir de la basura, *Boletín IIE*, 21(6), p. 273-280.

[40] López, Ariaza, D.A. Modelo para el diseño de sistemas de captación y aprovechamiento de biogás producido en rellenos sanitario. Universidad de Chile. Marzo de 2016.

[41] Ordoñez Ordoñez, M.C. Evaluación de la generación del biogás en rellenos sanitarios en Colombia en el marco de Protocolo de Kyoto. Universidad Tecnológica de Pereira. 2011

[42] G. Alex Stege. Manual del Usuario Modelo Colombiano de Biogás. Programa Landfill Methane Outreach (LMOP). Septiembre 2009

[43] Alex Stege. Modelo Colombiano de Biogás para Rellenos Sanitarios. Medellín, Colombia. 14 de septiembre, 2010. disponible en: www.epa.gov/lmop/international/index.htm

[44] Decreto 570. (2018). Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otras disposiciones. Ministerio De Minas Y Energía. Bogotá, D. C., 23 de marzo de 2018.

[45] Eugenio Giraldo. TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE RELLENOS SANITARIOS: AVANCES RECIENTES. Universidad De Los Andes. Pág. 44-55

[46] Giraldo, E. Manejo Integrado de Residuos Sólidos Urbanos. 1997.

[47] Resolución 0631. 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. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C., 7 de marzo del 2015.

[48] Álvarez Contreras,A, Suárez Gelvez,J.H.(2006). Tratamiento biológico del lixiviado generado en el relleno sanitario “El Guayabal” de la ciudad San José de Cúcuta, *INGENIERÍA & DESARROLLO*, 1(20), p.95-105

[49] Edgar Castillo, Adriana Salcedo & Yasmin Moreno. EVALUACIÓN DE UN SISTEMA BIOLÓGICO A ESCALA PILOTO LABORATORIO PARA LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA DEL LIXIVIADO DEL RELLENO SANITARIO DE BUCARAMANGA (SANTANDER), COLOMBIA. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

[50] Mendez, R., Castillo, E., Sauri, M., Quintal, C., Giácoma, G., & Jimenez, B. Comparacion de cuatro tratamientos fisicoquímico de lixiviado. Revista internacional de contaminación ambiental. Vol 25, num 3, Agosto 2009.



CAPÍTULO 11

AFECTACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES VIALES SOBRE LA FAUNA SILVESTRE Y LA FLORA

Andrés Felipe Gelves Ferrer* y Luis Reinaldo Sánchez Monteverde**
andresfelipegf@ufps.edu.co*, luisreinaldosm@ufps.edu.co**

Resumen

El propósito de esta investigación es analizar los impactos de los proyectos de construcciones viales sobre la fauna silvestre y la flora. Para lograr lo anterior se revisaron diversas fuentes científicas y técnicas. Los principales impactos encontrados que afectan la fauna silvestre son el atropellamiento, la disminución y fragmentación de hábitat y la afectación por emisión de ruido. Por otra parte, los principales impactos en la flora son la deforestación y la pérdida de especies endémicas. De acuerdo con lo anterior se hace necesario llevar a cabo planes de manejo que mitiguen, compensen y prevengan estos impactos.

Palabras claves: flora, fauna, autopistas

Abstract

The purpose of this research is to analyze the impacts of road construction projects on wildlife and flora. Several scientific and technical sources were reviewed. The main impacts found that affect wildlife are run over, habitat reduction and fragmentation and noise emission. On the other hand, the main impacts on the flora are deforestation and the loss of endemic species. Following the above, it is necessary to carry out management plans that mitigate, compensate and prevent these impacts.

Keywords: flora, fauna, and roads.

INTRODUCCIÓN

La construcción de nuevas vías es fundamental en la actualidad para el desarrollo económico y social en pro de mejorar la calidad de vida de la población, dichos proyectos generan impactos positivos que buscan interconectar municipios ya sea para uso turístico, comercial, agrícola entre otros. No obstante genera impactos negativos sociales, culturales y ambiental como por ejemplo en la biodiversidad de la zona, por ello se hace necesario la identificación, caracterización y evaluación para buscar medidas de mitigación, resiliencia y disminución [1].

Los principales impactos que generan estos proyectos son la destrucción y disminución del hábitat, la deforestación, la alteración del ciclo reproductivo de la fauna silvestre, la



disminución de especies debido al atropellamiento, la alteración del ciclo hidrológico, la generación de material particulado, emisiones de gases de carbono, ruido, contaminación del suelo y los ríos, los cuales se convierten en problemas ambientales [2].

El Ministerio del Medio Ambiente y el Departamento de Planeación Nacional, con el apoyo del Instituto Humboldt, elaboraron la Política Nacional de Biodiversidad cuyo objetivo principal es adquirir y promover la conservación, el conocimiento y uso sostenible de la biodiversidad, que brinde una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados su utilización [3].

El Decreto 2041 del 2014 que reglamenta las licencias ambientales en Colombia se encuentra el sector de red pública como lo son las carreteras, túneles e infraestructura asociadas a las red vial principal, secundaria y terciaria, la cual busca que al otorgar la licencia ambiental se cumpla con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales ocasionados por esta actividad [4].

Este artículo se basó en una revisión bibliográfica del tema afectación en la flora y fauna silvestre debido a la construcción de nuevas vías terrestres con el fin de conocer los principales impactos negativos generados por dicha actividad humana, lo cual será fundamento de investigación de la materia de evaluación de impacto ambiental en busca de analizar, interpretar y evaluar lo ocasionado en dicho ecosistema.

Impactos de la construcción de la red pública vial

La vías cumplen un papel fundamental en la comunicación terrestre y son manifestaciones físicas de la conexión social y económica involucrando decisiones políticas que se relacionan con el uso del suelo, pero producto de esto la infraestructura vial está afectando gravemente el componente biótico de forma directa e indirecta ocasionando múltiples desequilibrios en el sistema ambiental de un ecosistema [5].

Los impactos que se han generado debido a la construcción de las carreteras en el mundo se ven reflejados en varios artículos en donde hablan específicamente de especies afectadas desde la construcción hasta la actualidad, en donde su hábitat, su reproducción sus hábitos alimenticios han sido modificados de manera artificial, la flora con la deforestación masiva para la ejecución de la obra. Por ello se han detectado los principales impactos ocasionados de esta actividad humana [6].

Un proyecto ejecutado según los lineamientos de la norma no debería requerir de una "evaluación de impacto ambiental". La variable ambiental debería estar tan incorporada a él desde la idea inicial como se supone lo están las dimensiones técnica, social y económica. [7]. Lo anterior es una crítica constructiva para incluir la parte ambiental desde la formulación del proyecto hasta su ejecución y puesta en marcha, no siendo un compromiso más por cumplir.



La importancia del manejo del paisaje ambiental constituye un factor de gran relevancia a la hora de realizar la evaluación de impacto ambiental en un proyecto relacionado con vías en donde se incluye aspectos como la visibilidad, la calidad y la fragilidad del mismo por ende busca la protección de la fauna y la reforestación de la flora para enaltecer el paisaje ambiental [8].

Disminución y fragmentación del hábitat fauna

La fragmentación y disminución del hábitat de las especies de fauna y flora son significativas dependiendo del tipo de vía a construir debido a las condiciones de tamaño, localización y ubicación por ello en cada caso se hace un estudio para determinar el impacto del proyecto, la fragmentación se conoce como la división que es ocasionada por la inclusión de la carretera y se subdivide en dos o más fragmentos lo cual ocasiona dos efectos principalmente el efecto borde y el efecto barrera. (Byron, Treweek, Sheate, & Thompson, 2000).

El efecto de borde se presenta cuando un ecosistema es fragmentado y se cambian las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos y la matriz circundante se enfoca en el conjunto de variables del alrededor [10]. En la construcción de vías la orientación que prevalece en dichos proyectos, al igual que en la mayor parte de los proyectos de ingeniería, fue la reducción de los costos directos de inversión y, después, los costos de operación y mantenimiento [11].

Según Trombulak & Frissell (2001) al menos ocho características físicas del medio ambiente son alteradas por las carreteras: densidad del suelo, temperatura, contenido de agua del suelo, de luz, de polvo, el flujo de agua de superficie, patrón de la escorrentía, y la sedimentación. Lo cual genera un impacto significativo en el hábitat de la flora y la fauna ocasionando cambios drásticos en los cuales solo los que se adaptan logran sobrevivir.

En cuanto al efecto barrera se produce cuando se impide la movilidad de los organismos o de sus estructuras reproductivas, lo que trae como consecuencia limitar el potencial de los organismos para su dispersión y colonización [2]. Lo descrito conlleva a la disminución de la especie generando problemas de reproducción, además imposibilita el tránsito libre y dificulta conseguir alimentación.

Li et al (2010) realizó un estudio en China en donde la ecología de la fragmentación se relaciona con los cambios importantes en la evolución y conservación biológica, dicho término no se ha integrado en los planes de transporte de la escala nacional a las de provincias, después de analizar cada una de las provincias nacionales se encontraron puntos altos susceptibles de fragmentación en la parte oriental. Lo cual conlleva a tomar medidas por parte del gobierno para cuidar su paisaje y su biodiversidad.

Atropellamiento y Mortalidad de la Fauna



El crecimiento expansivo de la población y la generación de nuevas vías de acceso ha expuesto a los animales a grandes riesgos como es el caso del atropellamiento siendo el impacto más directo, en donde salen heridos y muertos diversa cantidad de mamíferos, aves, reptiles y anfibios a nivel mundial debido a las pocas medidas de mitigación implementadas para la protección y conservación de la fauna en el procesos de construcción y puesta en marcha de estos proyectos [13].

Existen varios estudios donde se puede observar el impacto ocasionado por esta actividad humana, entre ellos está el estudio de Berthinussen & Altringham, (2012) revela baja actividad de murciélagos y diversidad en ambos lados de una carretera principal bien establecida, lo que demuestra que las carreteras tienen un impacto negativo a largo plazo en las poblaciones de murciélagos. Un estudio realizado por Rica et al (2013) en la carretera venezolana en el Estado Portuguesa revela cifras escalofriantes en donde se encontraron 464 animales muertos: 66 aves (25 especies), 130 mamíferos (15 especies) y 268 reptiles (18 especies) en el periodo comprendido entre los años 2010-2018, en donde una de las especie afectadas es el oso de anteojos el cual es considerado especie vulnerable.

Nunca se tiene en cuenta que la mayoría de las especies por no decir que todas, desconocen el peligro en el momento de escuchar o sentir un vehículo en la carretera lo que permite que aumente la probabilidad de atropellamientos. Un monitoreo realizado en el tramo de la carretera en el sur de Oaxaca, México con el fin de conocer las especies de invertebrados atropelladas por automóviles revelo un total de 221 vertebrados atropellados lo que refleja uno de los más altos impactos conocidos con atropello sobre fauna silvestre viéndose involucradas especies de anfibios, reptiles, mamíferos y aves.[16].

Según el estudio realizado en las dos principales vías de los Montes de María en Colombia por parte De La Ossa-Nadjar & De La Ossa V (2015) la época, que tuvo mayor prevalencia de atropellamientos, fue la de sequía. Lo anterior mencionado es debido al periodo en donde la fauna tiene que desplazarse más para buscar alimento y agua. No obstante, uno de los impactos positivos encontrados es la percepción de las zonas de la carretera en la reserva argentina de los guanacos no representa riesgo es indicativo de una relación armónica entre el desarrollo y los objetivos de conservación de carreteras en esta zona. (Cappa, Giannoni, & Borghi 2017).

La importancia de minimizar el desarrollo de la infraestructura y aumentar el número de áreas protegidas de conservación de la biodiversidad es uno de los grandes retos, debido a la mortandad de aves y mamíferos que estos proyectos generan como se puede observar en el estudio de Benítez-López, Alkemade, & Verweij (2010) que buscan diferentes metodologías para mitigar y prevenir estos sucesos.

Emisiones de Ruido



El ruido es un impacto generado por el tráfico vehicular que afecta la especie humana y trae consigo enfermedades, por consiguiente el ruido ocasionado por los vehículos afecta a la fauna y a la flora pero no ha sido estudiado ampliamente ni investigado a nivel mundial, significativamente los más afectados por el ruido son aquellas especies que incorporan el sonido en su comportamiento básico, este es el caso de las aves [20]. Hoy en día por las construcciones viales son deteriorados muchos ecosistemas que han sido víctimas de la modernización humana. Estas infraestructuras traen consigo un problema muy común y es el crecimiento del tráfico urbano, el cual eleva las externalidades ambientales como el ruido, llegando a causar muchos efectos adversos en animales e incluso en las plantas, afectando sus formas de reproducirse, alimentarse, aclimatarse, etc.[21].

Una hipótesis formulada por Forman & Alexander (1998) propone que el ruido genera impactos sobre la salud de la fauna silvestre debido al aumento de las hormonas del estrés, los comportamientos alterados, la interferencia con la comunicación durante las actividades de cría, la sensibilidad diferencial a diferentes frecuencias, y los efectos nocivos en suministro de alimentos u otros atributos de hábitat, los estudios relacionados con la afectación del ruido conduce a otras variables como es el clima, la radiación y la exposición, lo cual genera incertidumbre en los casos de estudio, por ello se hace el estudio de forma interdisciplinaria para entender el comportamiento de la fauna [23].

El ruido como impacto ambiental negativo se precisa por la falta de controles e inspecciones que son necesarias tener en cuenta antes, en el momento y después de la ejecución de un proyecto en este caso de infraestructura vial, por lo que se hace necesario una planificación u ordenación ambiental que accione y considere este parámetro [24]. La afectación del ruido se ve reflejada en la falta de barreras naturales de protección en la construcción de vías, ya que los autos generan altos decibeles los cuales modifica el comportamiento de las especies siendo este un impacto negativo en la biodiversidad [25], la afectación se mide de forma diferente para cada especie debido a que cada uno de ellos presenta diferentes umbrales tal es el caso de los anfibios [26], la principal causa de que estas medidas no se implemente es debido a que hace falta la realización de estudios relacionados con la afectación directa del ruido en la biodiversidad [27].

La evaluación de impacto ambiental de la segunda calzada entre Bucaramanga – Cúcuta encontró que de acuerdo con los monitoreos de ruido diario y nocturno, los resultados sobrepasan el nivel del límite permisible en la ley 0627 del 2006 en el corregimiento del Picacho, según lo anterior creara impactos ambientales con la fauna que prevalece en la zona y a sus habitantes. Por lo tanto, se hace necesario un plan de manejo que reduzca este impacto y los demás encontrados [28].

Deforestación

La deforestación o tala de bosques es un impacto directo de la construcción de vías lo cual genera el deterioro del paisaje ambiental, además de la pérdida del hábitat de algunas especies



de animales, modifica los patrones del suelo, temperatura, humedad, radiación y ciclo hidrológico. Dependiendo de la magnitud de la vía puede ser un impacto mayor, lo cual quiere decir que a mayor kilómetro de carretera construida mayor impacto en el ambiente [29].

Colombia, Perú Y Brasil son países que cuentan con la amazonia es una selva tropical que debe ser conservada y con una adecuada gestión, pero la realidad es otra, la amazonia peruana se ve reflejada con la gran cantidad de tala de bosques debido a las actividades antrópicas de desarrollo económico de la población pero con pésima gestión ambiental sobre los servicios ecosistemas que brinda la selva tropical [30], la importancia de declarar área protegida es de gran relevancia para la Amazonia brasileña ya que disminuye la actividad antrópica lo cual genera menor deforestación y protección de los servicios eco sistémicos [31].

La deforestación no solo afecta la biodiversidad sino también la cobertura vegetal, el tipo de clima, la radiación, modifica el ciclo hidrológico lo cual genera una problemática en el sector, por ello se debe evaluar de manera adecuada la zona a ser afectada para disminuir los impactos negativos en la construcción de vías (Cropper, Griffiths, & Mani, 1999), Tailandia es un país que busca conservar las áreas protegidas por ello busca la implementación de modelos y métodos que soluciones la problemática de la deforestación y reducir los impactos que esta genera debido a la construcción de carreteras [33].

En gran parte debido a la ejecución de los proyectos de infraestructura vial, se ha venido notando que perjudican a gran escala la vegetación de un ecosistema, ya que los desbroces y movimientos de tierra que generan estas obras resultan excesivos. En una evaluación espacio-temporal de la vegetación y uso del suelo en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000). Se determinó que las carreteras pavimentadas fueron las que más deterioraron las comunidades de hidrófilas, pastizales y cuerpos de agua [34].

La deforestación es un tema primordial en la parte ambiental ya que es el responsable de la extinción de especies en casos extremos y la mudanza a otros ecosistemas en busca de alimentación y hábitat [35] se basa fundamentalmente en que la biodiversidad debe ser protegida por ello se hace necesario cumplir con lo establecido para el otorgamiento de las licencias ambientales en Colombia y su debida arborización después de deforestar.

Actividades de reducción de afectaciones

Señalización

La importancia de la señalización de los conductores es una medida económica para reducir la mortandad y atropellamiento de la fauna silvestre. Existe un amplio rango en la efectividad de los signos de advertencia temporales y los sistemas de detección de animales; sin embargo, ninguno de estos reduce el efecto barrera de las carreteras y el tráfico [36]. La señalización de los tramos más conflictivos podría ser una buena medida para reducir el número de



atropellos. Debido a que se trata de animales nocturnos, la instalación de lámparas destellantes puede hacer que aumente su eficacia [37].

La función central de la señalización es la reducción de mortalidad de la fauna del área por donde es construida la vía, por ello es necesario el buen estado de las señales y la iluminación de la zona favoreciendo así a los conductores la reducción de la velocidad para que presten mayor atención a los alrededores de la carretera. (Álvarez, 2015), esta estrategia se resalta en la disminución de mortalidad de especies y conservación de la fauna, mitigando este impacto negativo ocasionado por esta actividad [39].

La señalización en Colombia es muy poca ya que no se cuenta con un adecuado manejo por parte de la administración, la idea fundamental es reducir las muertes animales por ello se hace necesaria su implementación que advierta de la presencia de animales en el sector. [40], estas muertes se ven reflejadas en las vías colombianas, solo las vías 4G cuentan con sistemas de señalización por ello la población en su mayoría más afectada son los mamíferos y las aves [41].

Pasos elevados y subterráneos

Los pasos subterráneos y elevados para los animales cumplen una función muy importante que es de salvaguardar la vida de la fauna cercana al sector donde se construyó el corredor vial. Por ello se hace necesaria la creación de medidas de protección a las especies este es el caso de los jaguares en los Estados Unidos con la creación de los puentes amplios, viaductos, y calzadas pueden ser cruces ideales para los jaguares y sus presas, particularmente para animales que prefieren desplazarse cerca del agua o por vegetación rarápía [42].

Los viaductos son de gran importancia ya que representan un sendero para la fauna que habita aledaña a las vías, previniendo así atropellamiento y pérdida de vidas silvestres, por consiguiente, la altura de estas estructuras permite el mantenimiento de vegetación lo cual permite y proporciona el hábitat de muchas especies (Jackson & Griffin, 2000).

Conectividad de especies

Es importante conocer la influencia que tienen las especies con el cruce frecuente en las carreteras, para de algún modo buscar alternativas que den solución a las altas tasas de atropellamientos en las vías; sobre esto se trabajó en Costa Rica donde se realizó la identificación de sitios de cruce de fauna en la ruta 415, en el “Paso del Jaguar”, donde se identificó la pavimentación de un camino de lastre como una potencial barrera para la conectividad del jaguar (*Panthera Onca*) y otras especies y así por medio de este método conocer los cruces de fauna que hay sobre el camino [43].

Reducción de las emisiones ruido

Una de las medidas para la reducción del ruido y su afectación directa sobre la fauna silvestre y los seres humanos es la siembra de árboles a la orilla de la carretera ya que sirven como



barreras de mitigación además de mejorar la calidad de aire y suministrar el hábitat para la fauna silvestre [44]. La mitigación de efectos adversos ocasionados por ruido ocasionados por la construcción de vías se puede realizar a través de plantaciones bien diseñadas o la implementación de barreras acústicas [45].

No obstante Europa ha sufrido de graves problemas de mortalidad de aves en la implementación de barreras acústicas debido que utilizan barreras transparentes lo que ocasiona mayor colisión de las aves, lo cual se plantea modificar estas barreras con diferentes métodos el más utilizado es que estas barreras sean de tonalidades oscuras, las cuales reduce las colisiones de las aves [46].

Actualmente la contaminación por el ruido se hace cada vez más fuerte y en el medio ambiente ha crecido a lo largo de los años producto de las presentes actividades antrópicas que existen día a día. Debido a esto se han venido tomando medidas que hagan posible la reducción del ruido, como lo es en la ciudad de Valdivia donde establecieron un mapa de ruido que muestra de forma gráfica el efecto de diferentes fuentes de ruido dentro de la ciudad, para poder identificar las fuentes que más afectan al medio ambiente y que consecuencias está trayendo consigo estas fuertes emisiones de ruido, y así mitigar las actividades en las áreas de más contaminación [47].

Reforestación

Según [35] afirma que la reforestación o arborización no es tan efectiva como parece, ya que el daño que la deforestación ocasiona es grave y nunca va a ser suficiente plantar árboles comparándolos con la cantidad perdida durante las obras, lo anterior conlleva que la arborización solo es uno de los requisitos por cumplir, el ecosistema afectado por la actividad humana no vuelve a ser el mismo, el cual trae consigo la modificación de parámetros fisicoquímicos alterando el ambiente. La idea principal según Delgado Schneider (2012) reforestar todo lo cortado, recuperando la cobertura vegetal dañada en condiciones similares o equivalentes a las existentes, antes de la construcción del corredor vial.

CONCLUSIONES

Se identificó que las afectaciones que causan las construcciones viales son un gran problema e impacto ambiental negativo sobre la flora y fauna silvestre; que, a pesar de estar presente día a día, permanece oculto y no se le da la importancia que este requiere con el fin de mitigar las amenazas y riesgos a las que están expuestas nuestras especies.

Los proyectos relacionados con construcciones viales son escasos en conciencia y cultura ambiental ya que para ellos es más importante la remuneración económica, disfrazándola en el cubrimiento de la satisfacción de las necesidades humanas y en la calidad de vida, dejando



a un lado las interrupciones que causan al funcionamiento de un ecosistema produciendo un desequilibrio del sistema por lo que terminan enfermándolo ambientalmente.

Las cifras hablan por sí solas en como la actividad humana, destruye y degenera de forma continua a corto y largo plazo; dentro de lo redactado en este artículo de revisión se puede notar que la contaminación del ruido en una construcción vial es extremadamente traumática generando trastornos, maltratos y heridas al hábitat natural (Fauna y Flora silvestre), en el instante en que se está realizando el proyecto y por años después de haberse terminado.

Los proyectos muchas veces tienden a ocasionar problemas como lo son el principio de la sequía de una fuente hídrica, de la tala indiscriminada de árboles de especies nativas con cientos de años, de la extinción de la fauna que existe en un ecosistema, de las afectaciones y perturbaciones en una comunidad que es vulnerable sin su entorno ambiental y requiere de éste para su desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. C. Trombulak and C. a Frissell, “Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities,” *Conserv. Biol.*, vol. 14, no. 1, pp. 18–30, 2001.
- [2] M. D. P. Arroyave *et al.*, “Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo,” *Rev. EIA*, no. 5, pp. 45–57, 2006.
- [3] Ministerio de medio ambiente, “Política Nacional de Biodiversidad,” *Acta Biol. Colomb.*, vol. 13, no. 2, pp. 521–532, 2013.
- [4] M. D. E. Ambiente and Y. D. Sostenible, “Ct 2014,” 2014.
- [5] J. De La Ossa and S. Galván-Guevara, “Registro de mortalidad de fauna silvestre por colisión vehicular en la carretera Toluviejo – ciénaga La Caimanera, Sucre, Colombia,” *Biota Colomb.*, vol. 16, no. 1, pp. 68-76-5376, 2015.
- [6] L. M. Bautista *et al.*, “Effect of weekend road traffic on the use of space by raptors,” *Conserv. Biol.*, vol. 18, no. 3, pp. 726–732, 2004.
- [7] M. J. Dourojeanni, “Evaluación ambiental de proyectos de carretera en la Amazonía 1 / por,” no. August, 2015.
- [8] I. Otero, I. Cañas, P. Esparcia, M. Navarra, M. . C. Martín, and E. Ortega, “La carretera como elemento de valor paisajístico y medioambiental. Captación del valor del paisaje a través de la carretera,” *Inf. la construcción*, vol. 58, no. 504, pp. 39–54, 2006.
- [9] H. Byron, J. Treweek, W. Sheate, and S. Thompson, “Road Development in the UK: An Analysis of Ecological Assessment in Environmental Impact Statements Produced between 1993 and 1997,” *J. Environ. Plan. Manag.*, vol. 43, no. 1, pp. 71–97, 2000.



- [10] M. . Guariguata and G. H. Kattan, “Sucesión secundaria,” *Ecol. bosques Neotrop.*, pp. 591–615, 2002.
- [11] J. J. Mariño, “Re fl exiones sobre el papel de la Ingeniería Civil en la evolución del medio ambiente en Colombia Civil Engineering and the Deterioration of the Environment,” *Rev. Ing. Univ. los Andes. Bogotá, Colomb.*, p. 9, 2007.
- [12] T. Li *et al.*, “Fragmentation of China’s landscape by roads and urban areas,” *Landsc. Ecol.*, vol. 25, no. 6, pp. 839–853, 2010.
- [13] A. En, K. M. D. E. Carretera, E. N. El, M. A. G. Rosselet, B. E. V. I. Onilla, and Y. G. E. R. U. I. Z. M. Ichael, “Afectaciones a Vertebrados Por Vehiculos,” pp. 5–9, 2004.
- [14] A. Berthinussen and J. Altringham, “The effect of a major road on bat activity and diversity,” *J. Appl. Ecol.*, vol. 49, no. 1, pp. 82–89, 2012.
- [15] U. D. C. Rica *et al.*, “estado Portuguesa , Venezuela,” 2013.
- [16] M. Grosselet, B. Villa-Bonilla, Y. Georgita, and R. Michael, “AFECTACIONES A VERTEBRADOS POR VEHICULOS AUTOMOTORES EN 1.2 KM DE CARRETERA EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC,” *Proc. Fourth Int. Partners Flight Conf. Tundra to Trop.*, pp. 227–231, 2008.
- [17] O. De La Ossa-Nadjar and J. De La Ossa V., “Vehicle Collisions With Wild Fauna on the Two Roads That Pass Through the Montes De María , Sucre , Colombia Atropellamiento De Fauna Silvestre En Las Dos Vías Que Circundan Los Montes De María ,” *Rev. U.D.C.A Actual. Divulg. Científica*, vol. 18, no. 2, pp. 503–511, 2015.
- [18] F. M. Cappa, S. M. Giannoni, and C. E. Borghi, “Effects of roads on the behaviour of the largest South American artiodactyl (Lama guanicoe) in an Argentine reserve,” *Anim. Behav.*, vol. 131, pp. 131–136, 2017.
- [19] A. Benítez-López, R. Alkemade, and P. A. Verweij, “The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis,” *Biol. Conserv.*, vol. 143, no. 6, pp. 1307–1316, 2010.
- [20] A. W. Coffin, “From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads,” *J. Transp. Geogr.*, vol. 15, no. 5, pp. 396–406, 2007.
- [21] A. S. Martínez, “Ruido por tráfico urbano: Conceptos, medidas descriptivas y valoración económica,” *Rev. Econ. y Adm.*, p. 49, 2005.
- [22] R. T. T. Forman and L. E. Alexander, “Roads and Their Major Ecological Effects,” *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, vol. 29, no. 1, pp. 207–231, 1998.
- [23] G. Shannon, L. M. Angeloni, G. Wittemyer, K. M. Fristrup, and K. R. Crooks, “Road



- traffic noise modifies behaviour of a keystone species,” *Anim. Behav.*, vol. 94, pp. 135–141, 2014.
- [24] E. Muscar, “El ruido nos mata en silencio,” *An. Geogr. la Univ. Complut.*, vol. 20, pp. 149–161, 2000.
- [25] J. Jaeger, H.-G. Schwarz-von Raumer, H. Esswein, M. Muuler, and M. Schmidt-Luttmann, “Time series of landscape fragmentation caused by transportation infrastructure and urban development: a case study from Baden-Württemberg, Germany,” *Ecol. Soc.*, vol. 12, no. 1, p. 22, 2007.
- [26] F. Eigenbrod, S. J. Hecnar, and L. Fahrig, “Quantifying the road-effect zone: Threshold effects of a motorway on anuran populations in Ontario, Canada,” *Ecol. Soc.*, vol. 14, no. 1, 2009.
- [27] R. Reijnen and R. Foppen, “The Effects of Car Traffic on Breeding Bird Populations in Woodland. IV. Influence of Population Size on the Reduction of Density Close to a Highway,” *J. Appl. Ecol.*, vol. 32, no. 3, p. 481, 1995.
- [28] G. Social, M. H. Cotes, and E. D. E. I. Ambiental, “Bucaramanga-Cucuta Del Pr 17 + 754 Al Pr 42 + 726,” no. 656, 2009.
- [29] D. Armenteras and N. Rodríguez, “Dinámicas Y Causas De Deforestación En Bosques De Latino América: Una Revisión Desde 1990,” *Colomb. For.*, vol. 17, no. 2, p. 233, 2014.
- [30] S. Mäki, R. Kalliola, and K. Vuorinen, “Road construction in the Peruvian Amazon: process, causes and consequences,” *Environ. Conserv.*, vol. 28, no. 3, pp. 199–214, 2001.
- [31] C. P. Barber, M. A. Cochrane, C. M. Souza, and W. F. Laurance, “Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon,” *Biol. Conserv.*, vol. 177, pp. 203–209, 2014.
- [32] M. Cropper, C. Griffiths, and M. Mani, “Roads, Population Pressures, and Deforestation in Thailand, 1976-1989,” *Land Econ.*, vol. 75, no. 1, p. 58, 1999.
- [33] M. Cropper, J. Puri, and C. Griffiths, “Predicting the Location of Deforestation: The Role of Roads and Protected Areas in North Thailand,” *Land Econ.*, vol. 77, no. 2, p. 172, 2001.
- [34] V. G. Martínez and S. O. Gaona, “Evaluación espacio-temporal de la vegetación y uso del suelo en la reserva de la biosfera Pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000),” *Investig. Geogr. Boletín del Inst. Geogr. UNAM*, no. 59, pp. 7–25, 2006.
- [35] M. C. Santa, “DEFORESTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE VÍAS *,” pp. 87–91, 2014.



- [36] M. Huijser, “Wildlife Warning Signs and Animal Detection Systems,” pp. 198–212, 2015.
- [37] F. G. Bank *et al.*, *Wildlife Habitat Connectivity Across European Highway*, vol. 2, 2002.
- [38] D. E. F. E. N. Carreteras and C. R. Álvarez, “Estudio de comparación de procedimientos constructivos de pasos de fauna en carreteras,” 2015.
- [39] F. Monge, J. Víquez, and M. Alvarado, “Análisis de mortalidad de aves y mamíferos en la carretera, interamericana sur, limítrofe con el Parque Nacional los Quetzales,” *I Simp. Ecol. Caminos. Por vías amigables para la fauna Silv. en Costa Rica*, p. 21, 2013.
- [40] J. C. Castillo, D. Urmendez-M, and G. Zambrano-G, “Mortalidad de fauna por atropello Vehicular en un sector de la Vía Panamericana entre Popayán y Patía,” *Boletín Científico Cent. Museos Museode Hist. Nat.*, vol. 19, no. 2462–8190, p. 13, 2015.
- [41] C. A. Delgado-V., “Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia,” *Actual. Biológicas*, vol. 29, no. 87, pp. 235–239, 2007.
- [42] S. M. Matthews, J. P. Beckmann, and A. R. Hardy, “Recomendaciones para el Diseño de Cruces de Caminos para Jaguares,” vol. 2015, 2015.
- [43] D. Araya-Gamboa and R. Salom-Pérez, “Identificación de sitios de cruce de fauna en la ruta 415, en el ‘Paso del Jaguar’, Costa Rica,” *Infraestruct. Vial*, vol. 17, no. 30, pp. 5–12, 2015.
- [44] D. J. Nowak, J. F. Dwyer, and G. Childs, “Los beneficios y costos del enverdecimiento,” *Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe*, no. February, pp. 17–38, 1997.
- [45] M. Polak, J. Wiacek, M. Kucharczyk, and R. Orzechowski, “The effect of road traffic on a breeding community of woodland birds,” *Eur. J. For. Res.*, vol. 132, no. 5–6, pp. 931–941, 2013.
- [46] C. Mitrus and A. Zbyryt, “Reducing avian mortality from noise barrier collisions along an urban roadway,” *Urban Ecosyst.*, vol. 21, no. 2, pp. 351–356, 2018.
- [47] N. Bastián, “Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación,” *Síntesis Tecnológica*, no. Octubre 2015, p. 14, 2015.
- [48] V. Delgado Schneider, “La responsabilidad civil extracontractual por el daño ambiental causado en la construcción u operación de las carreteras,” *Rev. derecho*, vol.



25, no. 1, pp. 47–76, 2012.





CAPÍTULO 12

LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LAS EMPRESAS LADRILLERAS COMO ESTRATEGIA DE COMPETITIVIDAD BASADA EN LA NORMA ISO 14001:2015

Lizeth Andrea Alsina Fuentes* y Sleendy Marcela Lopez Chacon**

*liss_andrea_01@hotmail.com, **shely.03@hotmail.com

Resumen

Las empresas ladrilleras generan un volumen considerable de empleos directos e indirectos, lo cual le permite posicionarse como una fuente de ingreso sólida y base fundamental de la economía de los países fabricantes. En la etapa productiva, los ladrillos generan contaminantes (especialmente en el proceso de cocción), ya que es necesaria la quema de materiales como carbón y madera, lo cual genera residuos sólidos y material particulado, los cuales contaminan la atmosfera. Como respuesta a esta afectación del medio ambiente, se creó la norma internacional ISO 14001 (Sistema de Gestión Ambiental) cuyo objetivo es mantener un equilibrio sostenible a largo plazo sin afectar los procesos productivos de las organizaciones. Con su implementación se garantiza una producción más limpia, además de la implementación de nuevas tecnologías que minimizan los impactos en el ambiente y generan reconocimiento a las organizaciones, lo cual les permite posicionarse en el mercado como empresas confiables y competitivas.

Palabras claves: Gestión ambiental, Industria ladrillera, tecnologías limpias, contaminación atmosférica, desarrollo sostenible, ISO 14001.

Abstract

The brick companies generate a considerable volume of direct and indirect jobs, which allows them to position themselves as a reliable source of income and fundamental basis of the economy of the manufacturing countries. In the production stage, bricks generate pollutants (especially in the cooking process), since it is necessary to burn materials such as coal and wood, which generates solid waste and particulate matter, which pollute the atmosphere. In response to this impact on the environment, the international standard ISO 14001 (Environmental Management System) was created, whose objective is to maintain a long-term sustainable balance without affecting the productive processes of organizations. With its implementation, the cleaner production and the implementation of environmentally friendly technologies are guaranteed. The latter allows the brick industry to position themselves in the market as a reliable and competitive process.

Keywords: Environmental management, brick industry, clean technologies, atmospheric pollution, sustainable development, ISO 14001.



INTRODUCCIÓN

La industrialización es uno de los componentes principales del desarrollo económico, ya que genera grandes ingresos financieros. Como consecuencia de este auge industrial, se han desarrollado una serie de problemas ambientales generados por las actividades relacionadas a la industria. [1] Las cuales contribuyen al cambio climático [2], debido a esto nace la gestión ambiental, siendo esta una herramienta de competitividad y sostenibilidad implementada en el mercado mundial por las organizaciones, para el desarrollo sostenible de los procesos y productos generados en las actividades del sector manufacturero [3] [4], como resultado de los beneficios generados por la gestión ambiental, los gobiernos han adoptado diferentes posturas alrededor del mundo, por ejemplo, en México la gestión ambiental es aplicada mediante la normatividad nacional, la cual aplica a todo el territorio, lo que le proporciona facilidades en la implementación de legislación, sin embargo Venezuela y Argentina realizan su gestión por medio de organismos ambientales particulares en cada provincia lo que genera incongruencias legales [5].

Gracias a la gestión ambiental las empresas deben autoevaluarse y enfocarse en aplicar buenas prácticas de producción, esto genera un redireccionamiento ambientalmente amigable para las organizaciones, pero a su vez ocasiona que las empresas en este caso de la industria ladrillera en Colombia, se encuentren limitadas dependiendo del producto que decide distribuir, puede ser: el bloque, el ladrillo tolete, las tabletas, los tubos y las tejas, ya que cada uno de estos productos genera diferentes residuos, ocasionando más requisitos y normatividad a cumplir, legalmente la industria ladrillera produce un total de 2,6 millones de toneladas al año (BID, 2011), pero existen otros fabricantes importantes que no está registrado legalmente y son las ladrilleras artesanales, las cuales producen una cantidad importante de productos de la arcilla sin ningún tipo de restricción [6].

En Colombia según el CAEM (corporación ambiental empresarial), El 93,65% de producción de la industria ladrillera en Colombia, está concentrada en los departamentos de Cauca (29,55%), Cundinamarca (20,59%), Antioquia (12,83%), Norte de Santander (10,90%), Valle del Cauca (7,93%), Huila (5,45%), Cesar (3,38%) y Boyacá (3,03%). [7] Es por esto que se cuenta con agentes que intervienen para regular este tipo de industria en Colombia. Los cuales generan los permisos, licencias y autorizaciones, planes de manejo ambiental, control de emisiones, manejo de residuos, esto con el fin de proteger los recursos naturales y procurar que esta industria minimice el impacto al medio ambiente y se realiza a través de instituciones como la CAR (corporaciones autónomas regionales) [4].

En el caso de las ladrilleras del municipio de Cúcuta y su área metropolitana se evidencia la iniciativa de las empresas por generar innovación y producción más limpia la cual permitirá establecer si el sistema de gestión ambiental de las ladrilleras cumplen con las normas de calidad [4], aunque esta industria es una de las principales fuentes de ingresos para los



habitantes de esta ciudad y es relacionada directamente con la construcción de viviendas [8], es una actividad que genera una gran contaminación atmosférica, que son los elementos contaminantes que se encuentran suspendidos en la atmósfera y que alteran la composición de la misma. [9], generando efectos negativos en la salud humana y los ecosistemas [10].

DESARROLLO

Industria ladrillera

La cerámica es utilizada para materiales de construcción como los ladrillos y las tejas, para esta producción, se debe clasificar la arcilla y triturarla para un mejor manejo, esta se moja y se le agregan aditivos para que sea más fácil el proceso de molde, donde se le da la forma deseada, después se le aplica calor para que se seque, este proceso se hace en un cuarto especial, totalmente sellado, el calor se aplica mediante gas natural, madera, carbón o gasolina, dependiendo el fabricante [8], este procedimiento se realiza durante más o menos 24 horas, es aquí donde se producen las emisiones atmosféricas por medio de gases y cenizas, después los ladrillos se dejan enfriar y están listos para la comercialización [11] [12].

En algunos países implementan métodos tradicionales para la producción del ladrillo, los cuales son procesos precarios y que implementa combustibles altamente contaminantes [13], el proceso es arduo y costoso, la energía implementada en la producción de los ladrillos cuesta alrededor del 15% del costo de la manufactura, y su proceso de comercialización es poco eficiente generando afectación en la economía de las organizaciones y por ende del país [14], en Chile la explotación de arcilla es muy baja a pesar del volumen de sus recursos, pues solamente se utiliza en la producción de cerámicas para el mercado interno, además de que implementan tecnologías limpias en su producción, es extremo pero eficiente, pues disminuye la contaminación que genera esta industria y asegura un precio justo para el productor y el comprador, sin contar que al ser una industria tan estable, asegura puestos de trabajo para la población [15].

La gestión ambiental

Para definir la gestión ambiental primero se debe definir el medio ambiente, el cual según Gómez (2002) son el conjunto de elementos físicos, sociales, culturales, etc. que rodean a los seres vivos [16], y la gestión ambiental se define como la incorporación del desarrollo sostenible a las organizaciones [17].

La implementación de los sistemas de gestión ambiental se enfoca a la protección ambiental y a apoyar el proceso para alcanzar las metas trazada por la organización guiándola a un desarrollo sostenible, una estructura ecoeficiente y grandes beneficios monetarios [18] [19] y le permite aplicar las normas legales vigentes ambientales que brindan la correcta gestión al igual que proponer las estrategias y políticas propias que complementaran dichas normas [17]. Entre los objetivos principales de un sistema de gestión ambiental se encuentran; la



identificación de los aspectos ambientales, al igual que la normativa, formular y ejecutar la política ambiental, lograr los objetivos y metas previstas [1], el sistema de gestión ambiental está regulado y estructurado por la norma ISO 14001, La cual se encarga de gestionar los proceso de las organizaciones guiándolas a una estructura ambiental y segura para el cliente, la organización y los empleados [19] [20].

Competitividad y la iso 14001:2015

Se han demostrado los beneficios para las organizaciones al aplicar la norma ISO14001, tanto así que desde su inicio hasta el día de hoy más de 320.000 empresas han certificado sus sistemas de gestión ambiental, su implementación le (Ferron Vilchez, the dark side of ISO 14001: the symbolic environmental behavior, 2017) [22] brinda a las organizaciones una imagen y una reputación en el mercado de calidad en sus productos, sostenibilidad ambiental en sus procesos, legitimidad y acceso al mercado extranjero [23] [24], la relación existente entre la gestión ambiental y el rendimiento empresarial es la razón de que cada vez más las empresas se interesen en su implementación [25] [26], algunos de los beneficios que le agrega a las organizaciones son [27]; Las compañías que adoptan la aplicación de la norma de la gestión ambiental son organizaciones que generalmente son innovadoras y ofrecen productos de calidad, mejorando la competitividad en el mercado, la cual compara los sistemas de estrategias de otras empresas y las confronta entre sí, haciendo obvios los errores y más los aciertos [28] [29].

La gestión ambiental apoya actividades de crecimiento para los empleados, liderazgo y protección medioambiental en las comunidades del área, reconoce el recurso humano como pilar fundamental de las organizaciones, [28] [30] también se vuelve cuantificable la reducción de emisiones tóxicas de las empresas que adoptan la norma en sus procesos, generando un conocimiento específico para que la implementen de equipos y técnicas para la reducción de la contaminación sean más viable y eficiente, mitigando el daño ambiental generado por los procesos y actividades de la organización [27] [31] [32].

Implementación de tecnologías y producción limpia

Para el desarrollo y fortalecimiento de las organizaciones tanto a nivel productivo como económico existen normas que ayudan a estructurar correctamente los procesos que se deben ejecutar en las empresas y a priorizarlos, una de estas es la norma ISO 9001 la cual asegura que tanto la empresa como el producto es de alta calidad, la ISO 14001 que está enfocada a la gestión ambiental, en conjunto con las normas nacionales, es el ejemplo de la [33] resolución 2254 de 2017 que expone la información exacta para los procesos y los niveles máximos permisibles de emisiones atmosférica, entre otras especificaciones con respecto a la calidad del aire. [34]

La norma ISO 14001 guía a las empresas a la producción verde un claro ejemplo de la



relación directa entre esta norma internacional y las normas nacionales para la implementación de las tecnologías limpias según la normatividad en Colombia, cuyos objetivos son; minimizar la toxicidad, la peligrosidad y la cantidad de contaminantes antes de ser tratados por los equipos de control, reducir la implementación de energía y de recursos naturales por unidad de producción, reutilizar subproductos en los procesos de producción (reciclar) [34]

Algunas de las técnicas para la producción más limpia en la industria ladrillera son: implementar combustibles menos contaminantes como el carbón mineral, recolección de aguas lluvias para usar en el proceso, siembra de árboles para compensar la deforestación en la mina, aprovechamiento de los gases, aislamiento de los hornos, capacitaciones para el buen manejo de los equipos, mantenimientos periódicos a los equipos, trabajar con carbón en buen estado, adquirir equipos que aceleren el proceso de cocción (como ventiladores industriales), adecuación de los patios de almacenamiento para evitar lixiviados [35].

Análisis de resultados

El material Particulado emitido por los hornos de las ladrilleras produce enfermedades respiratorias además que los contaminantes que son emitidos a la atmosfera como el monóxido de carbono, sufren alteraciones a través de reacciones químicas, haciéndolas más perjudiciales para la salud de las personas y del medioambiente. [36], Existe una relación directa entre la afección del área que rodea las ladrilleras y la cantidad de emisiones atmosféricas contaminantes emitidas por el proceso (aire, agua y suelo) [37]. Es por esto, que nace como una necesidad la implementación de normatividad ambiental en las organizaciones para asegurar la sostenibilidad ambiental y la salud de las poblaciones que se ven afectada directamente por la actividad que se desarrolla [38].

La norma ISO 14001 impulsa a las organizaciones a generar proyectos como técnicas de control de emisiones atmosféricas, eficientes y rentables [39] [40], también mitigando la contaminación generada por el proceso de producción modificando las técnicas de fabricación [41] [42] [43], trae a flote términos como la ecoeficiencia que no es otra cosa más que producir bienes y servicios de manera amigable con el ambiente [44], también genera en las empresas que se evalúen constantemente en cada uno de sus procesos, incluyendo a empleadores, empleados y clientes [45].

En norte de Santander existen 67 empresas en el mercado de la cerámica, produciendo y comercializando bloques, tejas, ladrillo, enchapes entre otros ya que en el departamento se cuenta con una gran cantidad de arcilla además de muy buena calidad, los municipios más representativos son; Cúcuta, villa del rosario, los Patios, san Cayetano y el Zulia, aunque la mayoría de estas son de tipo familiar, algunas son grandes pues cuentan con más de 60 empleados, reflejándose enormemente en el costo productivo, pero que se ve balanceado en la cantidad de producción, es por esto que estas empresas pueden cubrir mercados



internacionales, ya que producen en masa [46].

En norte de Santander existen ladrilleras que exportan sus productos, es el caso de la ladrillera sigma y la ladrillera casa blanca, ofreciendo cantidad y calidad además de diversificación en el mercado, para realizar exportaciones se debe ejecutar un diagnóstico de potencial exportador, el cual es facilitado por PROEXPORT COLOMBIA, donde se evalúan criterios del producto, de la empresa y de los empleados, además de las proyecciones a los países que se desea exportar. Algunos de los criterios son; si la empresa puede asumir la gran inversión que se debe hacer para el proceso de exportación, los productos deben contar con ficha técnica, si se cuenta con la disponibilidad de ofrecer la misma cantidad de producto durante todo el año, contar con un proceso de producción estándar, entre otros. [47] [48]

CONCLUSIONES

Se hace necesario el cambio cultural de las compañías, los trabajadores y los clientes, para generar programas de reducción de contaminación sin disminuirle la calidad al producto, con la implantación de la norma ISO 14001, las organizaciones van a tener un formato estructurado y coherente con la normatividad legal para cada país, que las enfoque a una producción limpia y a la implantación e investigación de tecnologías y métodos que contribuyan al medio ambiente, todo esto de la mano con ventajas en el mercado, es evidente como la normatividad y la implementación de las ISO guían al mejor manejo de los problemas ambientales y al posicionamiento de las organizaciones en el mercado.

La implementación de la norma es una puerta al ahorro de energía, al reconocimiento internacional, a la inversión en el capital humano, al posicionamiento de la marca y del producto, es una norma que es totalmente voluntaria pero las organizaciones la deben convertir en obligatoria, como una obligación social, con beneficios ambientales, sociales y económicos.

REFERENCIAS

- [1] N. Acuña, L. Figueroa y M. Wilches , «influencia d elos sistemas de gestion ambiental ISO 14001 en las organizaciones: caso estudio empresas manufactureras de barranquilla,» *revista chilena de ingenieria*, vol. 25, n° 1, p. 10, 2017.
- [2] E. RINCÓN y A. WELLENS, «CÁLCULO DE INDICADORES DE ECOEFICIENCIA PARA DOS EMPRESAS LADRILLERAS MEXICANAS,» *La Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 27, n° 4, p. 12, 2011.
- [3] A. Larson y J. Ribot, «Democratic decentralisation through a natural resource lens: an introduction,» *The european journal of development research*, vol. 16, n° 1, p. 24, 2004.



- [4] P. Carrillo y A. Casellas, «descentralización y gestión ambiental en América Latina: un análisis de las publicaciones académicas,» *cuadernos de desarrollo rural*, vol. 78, n° 13, p. 30, 2016.
- [5] S. Batterbury y J. Fernando, «rescaling governance and the impacts of political and environmental decentralization: an introduction,» *world development*, vol. 21, n° 2, p. 12, 2006.
- [6] D. R. Ocampo, «las políticas públicas en la industria del ladrillo,» *comunicación, cultura y política. revista de ciencias sociales*, vol. 3, n° 2, p. 21, 2012.
- [7] CAEM, *Validate inventory of the brick sector in Colombia*, Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá, 2015, p. 38.
- [8] M. d. L. Romo, G. Córdova y L. E. Cervera, «Estudio urbano-ambiental de las ladrilleras en el municipio de Juárez,» *estudios fronterizos*, vol. 5, n° 9, p. 26, 2004.
- [9] M. Oyarzun G, «Contaminación aérea y sus efectos en la salud,» *revista chilena de enfermedades respiratorias*, vol. 26, n° 1, p. 10, 2010.
- [10] M. Valls, «efectos de la calidad del aire sobre la salud,» *centro de análisis y programas sanitarios*, vol. 24, n° 9, p. 4, 2017.
- [11] A. Varela, «Ceramic industry. History and present,» *Impact of Materials in Industrial Engineering*, p. 4, 2003.
- [12] M. Sanchez Silva y L. A. Zapata Valencia, «Impacto ambiental y gestión del riesgo de ladrilleras en la vereda los Gómez de Itagüí,» *cuaderno activo*, n° 5, p. 15, 2013.
- [13] S. Servicios Profesionales para el Desarrollo Económico, **DIAGNÓSTICO NACIONAL DEL SECTOR LADRILLERO**, México: Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V. (COMIMSA), 2012.
- [14] E. M. A. G. R. V. E. E. A. M. A. Z. V. Monfort, «Analysis of energy consumption and carbon dioxide emissions in ceramic tile manufacture,» *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, vol. 49, n° 4, p. 7, 2010.
- [15] P. F., M. Jordan y M. Montero, «Ceramic behaviour of clays in Central Chile,» *Applied Clay Science*, vol. 157, p. 7, 2018.
- [16] J. Granero Castro y M. F. Sanchez, *Cómo implantar un sistema de gestión ambiental según la norma ISO 14001:2004*, 3 ed., Madrid: Fundación Confemetal, 2004, p. 115.



- [17] W. R. Avendaño Castro, G. Rueda Vera y L. S. Paz Montes, «La gestión ambiental en las pymes del sector arcilla en cucuta y su area metropolitana,» *finanza, politica y economia*, vol. 8, n° 1, p. 32, 2016.
- [18] J. Buela Fontenla, «Implantacion y desarrollo de un sistema de gestion ambiental en Ence-Pontevedra,» *galega de economia*, vol. 11, n° 2, p. 9, 202.
- [19] P. Bansal y T. Hunter , «Strategic explanations for the early adaption od ISO 14001,» *journal of business ethics*, vol. 46, p. 10, 2003.
- [20] H. Yin y P. Schmeidler , «why do standardized ISO 14001 environmental management systems lead to heterogeneous environmental outcomes?,» *business strategy and the environment*, vol. 18, n° 7, p. 17, 2009.
- [21] V. Ferron Vilchez, «the dark side of ISO 14001: the symbolic environmetal behavior,» *europelan research on maagement and business economics*, vol. 23, p. 7, 2017.
- [22] M. Delmas y I. Montiel, «Greering the suply chain: when is customer presure effective?,» *journal of economics and management strategy*, vol. 18, n° 1, p. 30, 2009.
- [23] D. Aravind y P. Christmann, «decoupling od standard implementation from certification: does quality of ISO 14001 implementation affect facilities environmental performance?,» *bussiness ethics quarterly*, vol. 21, n° 1, p. 29, 2011.
- [24] K. Latridis y E. Kesidou, «What Drives Substantive Versus Symbolic Implementation of ISO 14001 in a Time of Economic Crisis? Insights from Greek Manufacturing Companies,» *journal business ethics*, vol. 148, n° 4, p. 18, 2016.
- [25] R. M.-S. T. R.-D. E. M. V. Z. I. Celades, «Environmental development of the Spanish ceramic tile manufacturing sector over the period 1992–2007,» *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* , vol. 51, n° 2, p. 8, 2012.
- [26] I. Heras Saizarbitoria y G. Landin Arana, «Impacto de la certificación ISO 14001 en el rendimiento financiero empresarial: conclusiones de un estudio empírico,» *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, vol. 14, p. 11, 2011.
- [27] M. Szymanski y P. Tiwari, «ISO 14001 and the Reduction of Toxic Emissions,» *The Journal of Policy Reform*, vol. 7, n° 1, p. 11, 2004.
- [28] R. Florida y D. Davison, «ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS INSIDE AND OUTSIDE THE FACTORY,» *california management ewview*, vol. 43, n° 3, p. 22, 2001.



- [29] «the impact of ISO 14001,» *ISO management system*, p. 7, 2001.
- [30] S. Raines , «Implementing ISO 14001 – an international survey assessing the benefits of certification,» *Corporate Environmental Management*, vol. 9, n° 4, p. 8, 2002.
- [31] C. Corbett y A. Kirsch, «ISO 14000: an agnostic’s report from the frontline,» *ISO 9000 + ISO 14000 News*, vol. 9, n° 2, p. 13, 2000.
- [32] V. Gerde y J. M. Logsdon, «Measuring environmental performance: use of the toxics release inventory (TRI) and other US environmental databases,» *Business Strategy and the Environment*, vol. 10, n° 5, p. 16, 2001.
- [33] J. A. Arroyave Rojas y L. F. Garces Giraldo, «tecnologías ambientalmente sostenibles,» *produccion + limpia*, vol. 1, n° 2, p. 9, 2007.
- [34] *resolucion 2254 de 2017, "por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones"*, EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 1 DE NOVIEMBRE DE 2017.
- [35] c. a. e. CAEM, «OPORTUNIDADES PARA REDUCIR LAS EMISIONES CONTAMINANTES SLCPS EN EL SUB-SECTOR DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS EN COLOMBIA,» BOGOTA, 2013.
- [36] C. Ubilla y K. Yohannessen, «contaminacion atmosferica efectos en la salud respiratoria en el niño,» *revista medellin clinica los condes*, vol. 28, n° 1, p. 8, 2016.
- [37] M. C. Barros, P. Bello, E. Roca y J. J. Caseres, «Integrated pollution prevention and control for heavy ceramic industry in Galicia (NW Spain),» *Journal of hazardous materials*, vol. 141, p. 12, 2007.
- [38] T. Gliedt y C. Hoicka, «Energy upgrades as financial or strategic investment? Energy Star property owners and managers improving building energy performance,» *Applied Energy*, vol. 147, p. 14, 2015.
- [39] G. Timellini, R. Resca y M. C. Bignozzi, « Ceramic industry air quality Emissions into the atmosphere from ceramic tile processes,» *Comprehensive analytical chemistry*, vol. 73, n° 3, p. 23, 2016.
- [40] M. A. Seijo Garcia, A. Filgueira Vizoso y E. Muñoz Camacho, «Consecuencias positivas de la implantacion de la certificacion ISO 14001 en las empresas gallegas (españa),» *YNA*, vol. 80, n° 177, p. 8, 2013.



- [41] G. T. C. Palmonari, «Reduction of pollution by new production technologies in the building ceramics industry,» *Proceedings of the European Symposium “Clean Technologies”*, p. 13, 1983.
- [42] G. P. C. S. A. T. G. Carnevali, «Fast firing of floor and wall tiles. A review,» *brit. ceram. soc.*, vol. 81, n° 1, p. 3, 1983.
- [43] J.-T. I. S. E. Monfort, «Monitoring and possible reduction of HF in stack flue gases from ceramic tiles,» *Journal of Fluorine Chemistry*, vol. 131, n° 1, p. 6, 2010.
- [44] M. Lehni , « Ecoefficiency: creating more value with less impact,» *World Business Council for Sustainable Development*, p. 32, 2000.
- [45] I. Saizarbitoria, «¿Qué fue de la isomanía? ISO 9000, ISO 14000 y otros metaestándares en perspectiva,» *revista universia business*, n° 29, p. 13, 2011.
- [46] «Documento del cluster de ceramica de Norte de Santander,» *vamara de comercio de cucuta, Cucuta, norte de santander*, diciembre 10 de 2012.
- [47] M. I. Y. TURISMO, «PROCOLOMBIA, exportaciones turismo inversio marca pais.,» 7 abril 2014. [En línea]. Available: <http://www.procolombia.co/noticias/8-casos-de-empresas-de-cucuta-que-diversifican-los-destinos-de-sus--exportaciones>. [Último acceso: 21 mayo 2018].
- [48] Y. A. Rodas y Y. R. Herrera, «ELABORACION PLAN EXPORTADOR PARA LAS EMPRESAS LADRILLERAS ARCILLAS DE OCCIDENTE,» INSTITUTO DE EDUCACION TECNICA PROFESIONAL, ROLDANILLO, 2014.
- [49] s. Kitazawa y J. Sarkis, «The relationship between ISO 14001 and continuous source reduction programs,» *international journal of operations and production management* , vol. 20, n° 2, p. 23, 2000.
- [50] O. Boiral , «Corporate greening through ISO 14001: a rational myth?,» *organization science*, vol. 18, n° 1, p. 20, 2007.
- [51] P. Castka y D. Prajogo, «The effect of pressure from secondary stakeholders on the internalization of ISO 14001,» *cleaner production*, vol. 47, p. 7, 2013.
- [52] J. Gonzales Benito y O. Gonzales Benito, «A review of determinant factors of environmental proactivity.,» *Business Strategy and the Environment*, vol. 15, p. 15, 2006.



- [53] P. Bansal y W. Bogner, «Deciding on ISO 14001: Economics, Institutions, and Context,» *long range planning*, vol. 35, p. 3, 2002.
- [54] K. Kollman y A. Prakash, «EMS-based environmental regimes as club goods: examining variations in firmlevel adoption of ISO 14001 and EMAS in UK, US, and Germany,» *Policy Sciences*, vol. 35, n° 1, p. 24, 2002.
- [55] A. Cantareli da Silva,, M. Picinini Mexas, y O. L. Gonçalves Quelhas, «Restrictive factors in implementation of clean technologies in red ceramic industries,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 168, p. 11, 2017.
- [56] D. Ervin, J. Wu y M. Khanna, «Motivations and Barriers to Corporate Environmental Management,» *Business Strategy and the Environment*, p. 20, 2012.
- [57] P. Bansal y T. Hunter, «Strategic Explanations for the Early Adoption of ISO 14001,» *Journal of Business Ethics*, vol. 46, p. 10, 2003.
- [58] G. Wang, Y. Wang y T. Zhao, «Analysis of interactions among the barriers to energy saving in China,» *Energy Policy*, vol. 36, p. 10, 2008.



CAPÍTULO 13

**SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD COMO ESTRATEGIA DE PROGRESO
EN LA PRODUCCIÓN CAFETERA EN COLOMBIA**

Jose Samuel Ríos Contreras* y Laura Daniela Guerrero González**

*josesamuelrc@ufps.edu.co, **lauradanielagg@ufps.edu.co

Resumen

La intensificación agroindustrial del café ha jugado un papel importante en la historia de Colombia. Este recurso en la actualidad juega un rol económico muy relevante, esto ha permitido la creación de entidades como la Federación nacional de cafeteros (FNC), la cual promueve la productividad y exportación del sector. El FNC posee aproximadamente 500 puntos de compra en el país, los cuales son operados por 39 cooperativas de caficultores. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la aplicabilidad del SGC en la producción cafetera en Colombia teniendo en cuenta la norma ISO 9001 y el ciclo de mejora continua (PHVA).

Palabras claves: ISO 9001, Producción, Gestión de calidad, Sostenibilidad.

Summary

The intensification of coffee production plays a critical role in the Colombian economy. This resource currently plays a critical economic role. The latter has allowed the creation of the National Federation of Coffee Growers (FNC), which promotes the productivity and export of the sector. The FNC owns approximately 500 points of purchase in the country, which are operated by 39 cooperatives of coffee growers. The objective of this paper is to analyze the applicability of the QMS in coffee production in Colombia, taking into account the ISO 9001 standard and the continuous improvement cycle (PHVA).

Keywords: ISO 9001, coffee production, quality management

INTRODUCCIÓN

El café en Colombia se da a conocer a inicios del siglo XVIII, con el paso del tiempo el territorio colombiano fue aprovechado este recurso, el cual jugó un rol económico muy importante en la colonización de las tierras. Este cultivo le proporcionó al país tener una aparición estable en los mercados internacionales transformándose así en la columna vertebral del comercio exterior colombiano, siendo el principal productor de divisas, con implicaciones en la economía y en la sociedad colombiana [1].



Según el último informe (Octubre 2016 –Noviembre 2017) que presentó la Federación Nacional de Cafeteros [2], se logró una exportación de 13.5 millones de sacos de 60 kilos, 1.2 millones de sacos vendidos lo que equivale al 10%, en comparación a los 12.3 millones de sacos exportados el año anterior lo cual quiere decir que se registró una ganancia de US \$2.890 millones con las ventas al exterior, se reportó un aumento de 19% contribuyendo un ingreso significativo a los cafeteros. Siendo más específico con el tipo de café, del 94% del valor mencionado se exportó en verde, el 6% no mencionado corresponde a café tostado, que tuvieron como principal destino, un 39% a Estados Unidos, 16% a Francia, y 14% a Alemania.

Los caficultores obtienen café seco el cual es vendido en diferentes lugares, los cuales funcionan como cooperativas y asociados particulares, es allí donde se inicia la cadena industrial. El café de Colombia se caracteriza en el comercio internacional por su calidad, siendo el resultado de muchos factores, entre ellos los naturales, biológicos, climáticos, botánicos, humanos, culturales y también consecuencia de los procesos y operaciones que se realizan por personas en toda su cadena productiva en la que se da inicio desde las fincas (cultivos) hasta la exportación y consumo.[3]

Desde la época en la cual se empezaron a propagar las primeras plántulas de café en Colombia, los caficultores se han preocupado por aumentar su producción y complacer la elevada solicitud del grano colombiano. Por lo anterior la especie *Coffea arabica* halló en Colombia, dentro de sus terrenos climas adecuados, tornándose el mejor lugar para convertirse en la preferible y aliada para el desarrollo rural. [4].

Por otra parte se hacen evidentes requisitos de manera indispensables en este gran proyecto de la caficultura, siendo una de ellas la necesidad de orientaciones en sus cultivos, determinación de guías, estandarización de procesos, compra y comercialización del mismo entre otros, como respuesta a lo anterior se da paso a la creación de la Federación Nacional de Cafeteros (FNC), la cual es una asociación que contribuye a promover el cultivo de café en Colombia y su exportación a mercados internacionales, su filosofía se enfoca en la calidad de sus productos y servicios, buscando crear valor para sus productos de la mano con la innovación, comprometidos con la eficiencia en las operaciones, y satisfaciendo las necesidades de los clientes[5]. Se establece un objetivo desde su inicio y es el trabajo continuo por el mejoramiento de las condiciones de vida de los cafeteros y sus familias, el desarrollo de las zonas rurales, de esta forma promoviendo el desarrollo social, ambiental, productivo, educativo y de infraestructura básica en las regiones[6]. En la Actualidad la FNC cuenta con aproximadamente 500 puntos de compra en el país, los cuales son operados por 39 cooperativas de caficultores, reconocidos en el margen de intermediación y comercialización del café. La FNC asegura un valor justo a los productores y compra de la totalidad siempre y cuando este dentro de los parámetros de calidad establecidos[7], los caficultores generalmente obtienen entre 70% al 75% de los precios cuando vende la producción por medio del sistema de cooperativas, comisión que puede cambiar según el



número y/o cantidad de intermediarios implicados[8]. Dichas cooperativas tienen como objetivo competir en los mercados locales con los demás comerciantes, esos otros comerciantes pueden ser grandes comercializadores nacionales (mediadores regionales o trilladoras), internacionales o el mismo Almacafé quien es el ejecutante logístico y va de la mano como aliados de la de la FNC quien dirige las 9 zonas industriales especializadas en la trilla de café de tipo exportación. En este orden de ideas las cooperativas entregan a Almacafé el café que compran, para que esta se encargue del proceso de trilla y sea guía a los puertos donde se embarca el café que la FNC comercializa en los mercados internacionales como Buen café, la fábrica de café liofilizado que es un activo perteneciente al Fondo Nacional del Café; o Juan Valdez, la red de tiendas en café de propiedad de los Supermercados y otros minoristas locales Caficultores Firms de tosti3n y molienda de café Multinacionales tostadoras de café y otros grandes compradores (Nestlé, Procter&Gamble, Kraft Foods, Rothfos, Volcafé, WalMart, Starbucks, y otros) Intermediarios locales Firms que fabrican derivados del café Trilladoras y comercializadoras[9].

Se ha identificado en los Andes colombianos dos grandes transformaciones de paisaje asociadas con el café, la transformación de paisajes en las regiones tropicales y la intensificación de los monocultivos[10], ha sido una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, heterogeneidad de ecosistemas y cambios en la estructura vegetal, entre otros[11]. La producción de café de Colombia comprende varias actividades agrícolas que se realizan en las fincas, tales como siembra, cultivo, recolección, beneficio, secado, empaque, almacenamiento.

La FNC plantea una propuesta en el eje ambiental que tiene por objetivo estratégico de fomentar el cuidado de los recursos naturales y la adaptación climática de las labores cafeteras por medio de dos variables: La gestión de recursos naturales, para así lograr mitigar el uso de contaminantes y a su vez descontaminación de fuentes hídricas utilizadas en el proceso de producción, por medio de sistemas de beneficios ecológicos; el siguiente aspecto se enfoca a la adaptación climática, iniciativas que se orientan en la conversión de los sistemas de producción, siendo conscientes del cambio climático[12]. Esto tiene que ver con el manejo del sombrero, la reforestación la protección de fuentes hídrica y del suelo.

En la actualidad, la FNC se ha tomado la tarea de diseñar, e implementar un sistema en el que se respalda la calidad, constituyendo estrategias en el que se asegura la competitividad del café Colombiano, sistema que se ha mantenido gracias a los esfuerzos en el factor productivo (prácticas estandarizadas de cultivo, recolección manual, beneficio húmedo) y el control de calidad e inocuidad en la trazabilidad para elaboración del producto final hasta su comercialización[13], en el 2009 obtuvo la certificación bajo la NTC ISO 9001 del 2008, la cual hizo parte de sistema de Gestión de Calidad de Extensión Rural. no obstante la FNC continúa su trayectoria en el mejoramiento continuo con los caficultores logrando ser acreditada por la excelencia en el servicio de asistencia técnica a más de 588 municipios de Colombia, para el 2011 obtuvieron certificación al proceso de “Investigación Científica y



Tecnológica” bajo la norma de Calidad ISO 9001 de 2008, al igual que el certificado de Cenicafé en Planalto y la estación experimental Naranjal, en la norma ISO 14001, estas certificaciones conllevaron a la etapa inicial del alcance del SGI de la FNC, para el 2012 lograron obtener el certificado del proceso de “Comercialización del café verde” y 5 sub-procesos más, de esta forma dio paso al crecimiento en el SGI establecido bajo la norma ISO 9001 de 2008, incluyendo el subproceso de “controlar la exportación de café colombiano” lo que llevo a realizar actividades de inspección de carácter institucional en pro del aseguramiento y cumplimiento con estándares de calidad y normatividades vigentes propias para la exportación de café. De esta forma quedando certificadas en un 100% las actividades de inspección en la ISO 9001, con esto la federación refleja certificación del 59% de las operaciones de la organización, el 75% de las operaciones misionales, el 45% de las operaciones facilitadoras y un 50 % en operaciones para trayectoria [14].

Las buenas prácticas agrícolas comprenden los requisitos y principios de higiene sobre la forma como deben efectuarse la producción, el procesamiento, el empaque, el almacenamiento, el transporte y la distribución de los alimentos, con el fin de controlar y reducir los riesgos que afectan la inocuidad y la calidad del producto[15]. Los consumidores buscan primero cualidades sensoriales en los alimentos y productos, que frecuentemente valoran más que sus componentes nutritivos, sin embargo, cada vez han llegado a ser más conscientes de las consecuencias que algunas prácticas de cultivo y procesamiento de los alimentos implican para su salud y el medio ambiente. En consecuencia, hoy en día se han vuelto cada vez más exigentes en cuanto al origen, la calidad, el sabor y la inocuidad de los distintos productos que adquieren. Así mismo, en gran parte del mundo el gobierno ha expedido medidas legislativas para asegurar la venta de alimentos en buen estado y la calidad aceptable para la población, La cosecha cafetera que tradicionalmente se ha realizado de forma selectiva manual es uno de los factores que ha contribuido al posicionamiento de la calidad del grano colombiano[3], [16].

METODOLOGÍA

Este artículo de referencia se llevó a cabo en tres etapas: la primera etapa consistió en indagar y elegir la información que se consideró significativa para el tema de estudio, se identificaron fuentes de información primaria y secundaria que suministraron los datos específicos para la construcción de la reseña. La segunda etapa se fundamentó en la comprobación, validez y evaluación de la averiguación obtenida en el primero ciclo y finalmente se asociaron los datos obtenidos y se llevó a cabo el respectivo análisis, los cuales permitieron validar este procedimiento por medio de la formulación de los resultados.

DESARROLLO

Algunas características del café



El café es un grano que posee múltiples componentes. No todas las variedades de café (Cruda, Arábica y Robusta) poseen el mismo porcentaje de estos componentes, ni el mismo porcentaje en composición de agua[2]. Ocurren diferentes e importantes procesos de transformación química y se generan miles de sustancias volátiles durante la fase de tuestión, como los gases volátiles que hacen parte del aroma. Los lípidos son parte fundamental en la composición del café. El aceite de café está concentrado en la endosperma. El aceite de café se compone de ácidos grasos, particularmente linoléico (40% a 45%) y palmítico (25% a 35%). Entre los esteroides, 24-metilencolesterol y avenasterol son más importantes en la variedad Robusta que en la Arábica[12]. La capa exterior contiene 5-hidroxitriptamidas, ácidos araquidónico, esteárico, 20-hidroxiaraquidónico, behénico y lignosérico [2]. La presencia de estos compuestos en el café hace parte de la categoría de «sustancias irritantes», a las cuales algunas personas llegan a ser más vulnerables. El lavado y uso de algunos solventes permiten la remoción de gran cantidad de estos compuestos [6].

Industria del café

La caficultura colombiana, ha evolucionado ampliamente. Igualmente ha tenido que afrontar nuevos problemas como la roya del cafeto y la broca[17] del fruto y nuevos desafíos en la búsqueda de mercados con valor agregado. El conjunto tecnológico producido y difundido por la Federación de Cafeteros ha dado así origen a una caficultura fuerte y competitiva, y simultáneamente, se han protegido los recursos naturales, comprometidos con el desarrollo de nuevas opciones y herramientas para los sistemas en producción de café, tecnificados y tradicionales, óptimos desde la parte económica, social y ecológica[4].

Las propiedades del café pergamino se determinan por su grado (tamaño e impurezas), su sabor y aroma y el nivel en la que fue sembrado (a mayor altitud mejor calidad, los límites, en Colombia está entre 1.800 m a 1400 m sobre el nivel del mar), por lo tanto la calidad del café obedece de su genética, el entorno en el que se siembra y la inspección de sus procesos de igual forma pueden ser afectadas en las bodegas de almacenamiento, la trilladora, el puerto, el embarque o las tiendas.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), son instrumentos que sirven de inspección y control de peligros en la línea de producción y son la puerta de entrada a la implementación de la norma ISO 9001 en el sector cafetero [4], [18].

Producción y calidad para el progreso

El café cumple un papel prioritario en la generación de empleos rurales con más de 785 mil personas de manera directa, siendo el 26% de la totalidad de empleos en el sector agrícola [19]. De esta manera a logrado generar importantes ingresos en el país, llegando a representar hasta el 80% del total de sus exportaciones, igualmente ha sido un instrumento importante para el desarrollo de infraestructuras y de muchas industrias que fueron establecidas con aportes del café. [6] Según la FNCC este sistema de respaldo al producto se ha mantenido



gracias a los permanentes esfuerzos en materia de producción y de control de calidad en todas las etapas del proceso de comercialización [20].

Las aplicaciones en el campo de la caficultura promueven el desarrollo sostenible de la economía del país. Independientemente de la técnica que se utilice, siempre será fundamental conocer el tipo de materia prima o café que se utilice, conocer la calidad y el origen, esto es fundamental para poder obtener una experiencia de consumo satisfactorio. Debido a la importancia nacional que representa este cultivo, Cenicafé se concentra en investigaciones para el aumento en la rentabilidad económica [21], realizando mejoras en la calidad de las variedades, elevando los sistemas de producción, monitoreando la sanidad vegetal y evaluación de la eficiencia de cosecha y post cosecha [22], [23].

Características del café colombiano

La caracterización completa del café colombiano son unas de las tareas de importancia en el sector cafetero, características a evaluar, analizar como la apariencia, el color y el olor del grano de café en pergamino, almendra y tostado, así como las propiedades organolépticas de la bebida integrando la intensidad del aroma, el cuerpo, la acidez y el amargo, establecen la calidad del café en la que se determina de manera organoléptica o sensorial, existen otras variables en las cuales se pueden evaluar la calidad del grano a manera de investigación. Variables que se mencionan según el orden de importancia como lo es: acidez organoléptica, pH, cuerpo, impresión global, amargo, densidad aparente del café tostado y molido, acidez titulable, densidad aparente del café tostado, concentración de sólidos solubles, hinchamiento aparente, rendimiento de extracción, contenido de aceite, concentración de sólidos solubles diámetro por medio de partícula de café tostado y molido, aroma de la bebida, intensidad del aroma [24].

Según Buenaventura las características sensoriales indican la calidad del café y permite clasificarlo comercialmente, esto permiten establecer los proceso y cuidados del grano desde su cultivo hasta la obtención de la bebida. La calidad del café colombiano conocida mundialmente depende de la interacción de muchos factores entre los cuales se destacan: varietales, climáticos, edafológicos, prácticas culturales y en gran medida, del proceso de beneficio. Uno de los factores climáticos que se destacan es la altitud la cual en este estudio se determinó que sí tiene efecto sobre las características organolépticas y fisicoquímicas del café tostado y molido y de la bebida de café al igual que se determinó que existen zonas con excelentes condiciones para el cultivo de café y que esta puede variar de una región a otra (1.450-1.550-1.650msnm) [24].

Calidad del café

La calidad del café es un rasgo altamente complejo y depende de cualidades físicas y sensoriales como el contenido de humedad, defectos, tamaño del grano, algunos compuestos químicos y la preparación de una muestra para realizar una prueba [25], pero la presencia de microorganismos puede interferir con algunas de estas características [26], por lo cual



Cenicafé ha realizado mejoramientos genéticos en el café para obtener variedades resistentes a enfermedades, con características como alta productividad, porte bajo, uniformidad fenotípica razonable y adaptabilidad. Sin embargo, debido a los requerimientos de los caficultores colombianos, Cenicafé desarrolló la nueva Variedad Cenicafé 1, que posee como características un porte tipo variedad Caturra, resistencia a la roya del cafeto y a la enfermedad de las cerezas del café-CBD, producción igual, porcentaje de café supremo mayor que la Variedad Castillo y la calidad de la bebida se describe como muy buena y se clasifica como café especial [27]. Estas mejoras se realizan siguiendo las recomendaciones del Consejo Internacional del Café donde adoptó la Resolución 407 en febrero de 2002 para implementar el Programa de Mejora de la Calidad del Café (CQP), modificado posteriormente por la Resolución 420 adoptada en mayo de 2004. El Programa consiste en estándares objetivo para café exportable. Esto se realizó debido al colapso de los precios mundiales del café que sufrieron muchos países exportadores generando una crisis económica y el riesgo de que obtener café de alta calidad se volviera cada vez más difícil [28]. Sin embargo, Leroy concluye no se puede dar una definición simple para la calidad del café por lo cual indica que la calidad del café es muy variable dependiendo de factores ambientales, técnicos y genéticos [25].

Problemáticas ambientales

Suelo

Uno de los principales problemas encontrados en el suelo es el uso y abuso de los contaminantes agroquímicos. Los abonos químicos (NPK) en la fertilización de los cafetales que son constantemente aplicados sin aportación de estiércoles, compost o materias orgánicas bien humificadas que aporten el “HUMUS” que tenían los suelos originales y que se ha ido agotando con la fertilización química exclusiva, ha ocasionado la pérdida de la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), y la formación de los complejos arcillo-húmicos y la consecuente pérdida de asimilación de los Macro y Micro-nutrientes que se aportan y los existentes en el suelo, que además de no poder ser asimilados por las plantas, buscarán otros elementos del suelo para formar sales estables que serán las responsables de la conductividad del suelo, o sea, del “BLOQUEO” de los Macro y Micro-nutrientes y de su pérdida de fertilidad[29], [30], [31].

Deforestación

La degradación ambiental se interpretó como una crisis de la civilización moderna, marcada por la destrucción de la naturaleza y el deterioro de la calidad de vida. Los bosques de montaña han venido siendo cortados a un ritmo alarmante y reemplazados por plantaciones de monocultivos de café. Dichos bosques juegan un importante papel ecológico al proteger la dinámica atmosférica, la calidad del agua y las especies silvestres, aspectos relacionados con la calidad de vida fundamentalmente de los pobladores de estas zonas montañosas [22].



Pérdida de biodiversidad. La deforestación y el monocultivo conllevan mayores pérdidas de hábitat y una reducción de la biodiversidad de insectos, animales y plantas. en cuento a la erosión del suelo, se ha documentado que en áreas de alta precipitación pluvial se pierde cerca de tres veces más de nitrógeno del suelo en plantaciones sin sombra comparativamente a aquellas áreas bajo sombra, disminuyendo considerablemente el rendimiento y la productividad de los cafetales [32], [33].

Fuentes Hídricas

El uso del agua irracional era uno de los principales problemas de la actividad caficultora, usándose de esta manera por muchos años de manera descontrolada en beneficio del proceso como consecuencia del deterioro ambiental en fuentes hídricas se crea la necesidad de mitigar el impacto creando así, estrategias en este aspecto como lo es el tratamiento de efluentes contaminados y la reutilización de las mismas, no obstante no es el único factor del uso desproporcionado sino sumado a esto la contaminación del agua por el uso de agroquímicos. Como dato de interés se encontró que las aguas residuales del procesos de beneficio húmedo del fruto del café son biodegradables, a su vez se han encontrado que poseen propiedades fisicoquímicas agresivas con el medio ambiente como pH bajos acidez alta al igual que concentraciones altas de la materia orgánica, correspondiente entre 60 a 240 veces más contaminantes que las aguas residuales domésticas [34], [35]

Sistemas de producción

la FNC de Colombia quiere elevar la competitividad de los caficultores para mayor rentabilidad en las actividades de cultivo, producción y comercialización, es decir toda una consecuencia de procesos y procedimientos en el que intervienen personas durante toda la cadena productiva, desde la finca hasta el consumo final [36], por ende son de importanci las BPA en la caficultura [15], según la FAO [37], las BPA en la actualidad son un componente de competitividad en el que permite a los productores diferenciarse de otros ofertantes, al igual que constituye una herramienta en pro de la sostenibilidad ambiental, económica y social en el aprovechamiento agropecuario. Constituyendo un desafío de calidad [38].

toda producción debe ir de la mano con una serie de requisitos con las buenas prácticas higiénicas(BPH) en el cual se soporta una serie de actividades higiénicas hacia el personal, instalaciones, equipos y empaques [39], aplicabilidad de programas de saneamientos o guía ambiental en la que se contiene los lineamientos metodológicos y procedimentales en desarrollo de la actividad cafetera en el enfoque de gestión ambiental integral [40].

En Colombia se han identificado características homogéneas de suelo, relieve y climas denominadas ecotopos cafeteros, que definen el entorno o el ambiente principal de los sistemas de producción de café como los siguientes: Los sistemas de producción tradicional, sistemas de producción tecnificado, sistema de producción con semi-sombra, sistema de producción de café con sombra[4].



Estrategias en el mejoramiento de producción

Lo que generalmente motiva a las empresas es el deseo de un mejoramiento continuo que garantice el aprovechamiento de todos sus recursos y una mayor calidad en sus productos[41], para que de esta manera se logre obtener mayor oportunidad de posicionamiento en el mercado nacional e internacional; para ellos es necesario adaptarse a normas de calidad como la norma NTC ISO 9001 versión 2015.

La empresa deberá cumplir los requisitos, además de los principios establecidos en la norma los cuales se conforman por: “enfoco al cliente, liderazgo, compromiso de las personas, enfoque a procesos, mejora, toma de decisiones basada en la evidencia y gestión de las relaciones[42].

Para las empresas productoras de café, la búsqueda del cumplimiento con la norma ISO 9001:2015 se orienta a mejorar sus procesos y acogerse a estándares de calidad internacionales dentro del proceso productivo; al momento de implementar la Norma, la tostadora asumirá la obligación de tenerla como disciplina administrativa, buscando así el mejoramiento continuo[43].

La certificación en la Norma ISO 9001 se ha convertido en uno de los parámetros con los que se miden las empresas y organizaciones ya que la Norma da una garantía de que la empresa que la tiene maneja procesos y procedimientos estandarizados y de mucha calidad, la cual se refleja en sus productos o bienes prestados[44].

La caficultura ha venido mejorando e implementando procesos en los que se han beneficiado a nivel social, económico, político y ambiental, es decir de manera sostenible[45], la cual tiene como apoyo la ISO 9001 que tiene reconocimiento internacional y el ciclo de mejora continua (PHVA) la cual funcionan como herramienta estratégica la sostenibilidad y no solo al mejoramiento de la calidad del producto, el lugar donde se produce, sino que también ayuda a lograr que su comercialización sea más eficiente y se logre extender a otros mercados ya sean antiguos y/o nuevos, permitiendo también la obtención de un sello en calidad[46], a su vez guiando a la organización a desarrollar e implementar su política de calidad, lo que representa el fundamento de la organización y tomando referencias demás aspectos favorables en sus procedimientos, cultivos, comercialización de los productos, otros aspectos de interés como la implantación de las buenas prácticas agrícolas (BPA) [1] en el cultivo de café en la parte operativa como el uso de semillas certificadas, adecuada nutrición de cafetales análisis de vertibilidad, manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses, adecuada utilización de agroquímicos, recolecciones selectivas, clasificación de frutos maduros, aprovechamiento ecológicos del café, desmucilaginado, silos de secado, trazabilidad del empaque, transporte, almacenamiento y trilla, todas estas operaciones, actividades y procedimientos. Sustentadas bajo certificaciones de análisis, evaluación de calidad y mediante planes de acciones correctivas y preventivas para asegurar la calidad y brindar seguridad al consumidor al momento de su comercialización, por ende, cada aspecto



mencionado tiene una metodología, un fin un diseño, un plan de manejo en cada área, procesos. Otras herramientas en las cuales son de beneficio en el caficultor son las buenas prácticas extensivas (BPE) en base a metodologías, técnicas, labores de extensión, permitiendo mitigar las problemáticas y/o satisfaciendo necesidades identificadas bajo un diagnóstico[45].

Por otra parte en cuanto al procesamiento del café y sus derivados en donde se realiza la actividad de la industria alimentaria teniendo en cuenta los principios básicos del Codex alimentario basado en el sistema APPCC (HACCP)[47] en los que se requiere una secuencia, trazabilidad lógica de las fases (11 paso, fases , 7 principios)[48]. El sistema de aseguramiento de la calidad e inocuidad del café , implementa evaluaciones en cuanto a la calidad del fruto, análisis físico del grano, análisis organolépticos, análisis microbiológico de agua y café análisis químicos OTA, residuos de plaguicidas, metales pesados, no obstante ha establecido y documentado todo su accionar en diferentes aspectos y procedimientos, beneficios, secado, almacenamiento y transporte, procedimiento de saneamiento, factores de riesgos para la calidad y la inocuidad, registros de trazabilidad, origen y procesos son bases documentales que aportan a el sistema de calidad [18].

CONCLUSIONES

La importancia de la formulación de un sistema de gestión de calidad, se enfoca en el punto en el que sirve como una plataforma de desarrollo en la organización de una serie de actividades, procesos y procedimientos, con la principal meta de lograr que las características del producto o del servicio que se esté ofreciendo cumpla con las necesidades del cliente, que sea de calidad, lo cual ofrece mayores posibilidades de sé que sean adquiridos ya sea, por clientes internos o externos, logrando así un porcentaje de ventas necesario para la sustentabilidad de la organización y genere un beneficio directo en todas las partes implicadas [49].

En el sector cafetero la implementación de un SGC , tiene un gran aporte con la innovación de su administración, facilitando el desarrollo, productividad, competitividad, rentabilidad y sostenibilidad de la caficultura colombiana, causando un gran impacto social, económico y ambiental para el país [50]

Se logra evidenciar el ciclo de mejoramiento continuo en sus procesos, la aplicación de sistemas como el SGC, SGA, innovando y certificándose a nivel nacional e internacional cada vez con mayor aceptabilidad y confianza de los productos y servicios ofrecidos como gremio cafetero a los consumidores.

REFERENCIAS

- [1] J. Cárdenas Guriérrez, “La Industria del café en Colombia,” *Ensayos sobre Economía*



- Cafetera*. p. 10, 1993.
- [2] G. General, “Entrevista Con El Maestro Tony,” 2017.
- [3] G. Puerta Q, “Sistema de aseguramiento de la calidad y la inocuidad del café en la finca,” *Av. Técnicos No. 351, CENICAFE*, p. 8, 2006.
- [4] FNC, “Sistemas de producción del café en Colombia,” *Sistrmas Prod. café en Colomb.*, p. 309, 2007.
- [5] A. Guhl, “Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997,” *Cenicafe*, 2004.
- [6] Banco Mundial, “Estudio del Sector cafetero en Colombia,” *Federación Nacional de Cafeteros*. pp. 27–32, 2002.
- [7] I. F. Fajardo and J. R. Sanz, “PROCESOS DE BENEFICIO HÚMEDO TRADICIONAL Y ECOLÓGICO (Becolsub),” *Cenicafé*, vol. 54, no. 4, pp. 286–296, 2003.
- [8] C. & P. Castañeda, “Contribución de los cafetales bajo sombra en la conservación de murciélagos en la antigua Guatemala. Guatemala,” *Acta Zool. Mex.*, 2011.
- [9] V. A. Marín, “Conectividad estructural del paisaje cafetero en la cuenca alta del río San Juan. Sur oeste antioqueño, Colombia,” *Bol. Cienc. la tierra*, 2008.
- [10] L. Gomero, “Hacia la sostenibilidad de los monocultivos,” *Ileia*, vol. 16, no. 4, pp. 4–5, 2001.
- [11] Á. Rojas Sánchez, K. Hartman Ulloa, and R. Almonacid Márquez, “El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras,” *Ambient. y Desarro.*, vol. 16, no. 30, pp. 93–104, 2012.
- [12] E. Lora, M. Meléndez, and M. Tommasi, “Las instituciones cafeteras,” pp. 1–46, 2014.
- [13] Federación de cafeteros, “SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL CAFE,” *fedecafeteros*, p. 1.
- [14] L. Felipe, A. López, J. M. Mora, L. Fernando, and S. Gartner, “Caficultura Sostenible.”
- [15] FEDECAFÉ, “Buenas prácticas agrícolas para el cultivo del café en Colombia (BPA),” p. 20, 2008.
- [16] federación Nacional de Cafeteros de Colombia, “comportamiento de la industria cafetera en Colombia,” *Fed. Nac. Cafe. Colomb.*, pp. 0–60, 2016.
- [17] C. H. Isaza Ramírez, *Sistemas de producción de café sostenibles. Tomo 2*, vol. 53. 1989.



- [18] G. I. Puerta Quintero, “Buenas Prácticas: estrategia para asegurar la calidad del café,” *VIII Cumbre del Serv. Extensión Rural retos para una caficultura Product. y Calid. (Comité Tolima)*, 2015.
- [19] Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, “Ensayos sobre Economía cafetera,” *Ensayos sobre Econ. Cafe.*, no. 30, pp. 1–128, 2015.
- [20] C. N. D. E. Cafeteros, C. Alberto, and M. Martínez, “Federación nacional de cafeteros de colombia,” *Cenicafe*, no. 32, p. 2016, 2001.
- [21] Federación Nacional de Cafeteros, “Variedades de café sembradas en Colombia,” *La Cart. Cafe.*, pp. 1–22, 2002.
- [22] P. De Calidad, “Política de Calidad Cafés Candelas.”
- [23] “Política de Inocuidad de los Alimentos Cafés Candelas.”
- [24] C. E. B. Serrano and J. J. C. Castrillón, “Influencia de La Altitud em La Calidad de La Bebida de Muestras de Café Procedente Del Ecotopo 206B En Colombia,” *Cenicafé*, vol. 53, no. 2, pp. 119–131, 2002.
- [25] T. Leroy *et al.*, “Genetics of coffee quality,” *Brazilian J. Plant Physiol.*, vol. 18, no. 1, pp. 229–242, 2006.
- [26] S. R. Evangelista *et al.*, “Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process,” *Food Res. Int.*, vol. 61, pp. 183–195, 2014.
- [27] T. Report *et al.*, “Cenicafé 1: Nueva variedad de porte bajo, altamente productiva, resistente a la roya y al CBD, con mayor calidad física del grano,” no. June, 2016.
- [28] R. Oliveira Silva, “International Coffee Organization - Improving Quality.” [Online]. Available: http://www.ico.org/improving_quality.asp. [Accessed: 18-Apr-2018].
- [29] D. R. Tobergte and S. Curtis, “Fertilizacion de los cafetos,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [30] C. D. E. L. Café, D. Del, B. D. E. Suelos, P. O. R. La, and F. Quimica, “Cultivo del café (1),” no. 1, pp. 1–8.
- [31] S. Sadeghian, “Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia,” pp. 1–44, 2008.
- [32] D. D. Q. Universidad de Pinar del Rio, “Impacto ambiental en el cultivo y procesamiento del café y su repercusión social.,” p. 22, 2010.
- [33] A. Guhl, “Café, bosques y certificación agrícola en Aratocha, Santander,” *Rev. Estud. Soc.*, 2009.
- [34] Federación Nacional de Cafeteros, “Guía ambiental para el sector cafetero Cap3.



- Problema Ambiental, Causas Y Soluciones,” *Guia Ambient. para el Sect. Cafe.*, pp. 21–23, 2006.
- [35] N. Rodríguez Valencia, J. R. Sanz Uribe, C. E. Oliveros Tascón, and C. A. Ramírez Gómez, “Beneficio del café en Colombia. Prácticas y estrategias para el ahorro, uso eficiente del agua y el control de la contaminación hídrica en el proceso de beneficio húmedo del café,” *Benef. del café en Colomb.*, 2015.
- [36] E. M. Sanmiguel Jaimes, “Generacion De Valor Agregado a Cafes Especiales Producidos En El Sur De Santander,” 2009.
- [37] FAO, “ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN,” 2004.
- [38] J. Rappole, “Coffee and Conservation,” *Conserv. Biol.*, 2003.
- [39] Gobierno del principado de asturias, “Buenas prácticas higiénicas,” *Buenas Pract. Hig.*, pp. 1–34, 2014.
- [40] Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, “Guía ambiental para el cultivo de café,” *Atención Primaria*, vol. 34, pp. 396–396, 2004.
- [41] R. A. Rice, “A place unbecoming: The coffee farm of Northern Latin America,” *Geogr. Rev.*, 1999.
- [42] I. E. Paz, “Relación entre dos sistemas de sombrero de café y algunas propiedades físicas del suelo en la meseta de Popayán,” *Fac. ciencias Agropecu.*, 2007.
- [43] L. F. A. GOMEZ, “DOCUMENTACION DEL SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD, BAJO LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA ISO 9001:2015 EN LA EMPRESA TOSTADORA DE CAFÉ Y CACAO DE MI TIERRA SAS,” vol. 1, p. 25, 2017.
- [44] JUAN PABLO TRIANA, “PREPARACIÓN DE DOCUMENTACIÓN NORMA ISO 9001:2008 PARA LA COOPERATIVA DE CAFICULTORES DE MARSELLA “CAFIMARSELLA,” 2010.
- [45] “Produccion sostenible de platano.pdf.” .
- [46] L. N. Rojas, “Propuesta de un Sistema de gestión ambiental para el sistema de producción cafetera de la finca ‘Las Palmas’, La Vega-Cundinamarca, bajo requisitos de la norma ISO 14001:2004,” p. 96, 2012.
- [47] Gencat, “Guía para el diseño y la aplicación de un Sistema de APPCC,” 2009.
- [48] SADEGHIAN K. S-, “Manejo integrado de nutrientes: Retos para una caficultura rentable y sostenible,” *Jorge Willmar Valencia G*, 2018. [Online]. Available: https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/avances_tecnicos/ava



nce_tecnico_0479. [Accessed: 22-Apr-2018].

[49] IATF: International automotive task, “estudioISO 9001 calidad. Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9000.” 2016. [Online]. Available: <http://iso9001calidad.com/conclusiones-finales-293.html>. [Accessed: 22-Apr-2018].

[50] “Modelo de gestión de la calidad para la producción de café en el suroeste antioqueño,” no. 2014, pp. 1–15.



CAPÍTULO 14

IMPACTO DE LA CULTURA ORGANIZACIONAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA NORMA ISO 9001

Jessica Paola Botello Gordillo*

*jessicapaolabg@ufps.edu.co

Resumen

Un sistema de calidad proporciona directrices que permiten a las empresas realizar estrategias en torno a aumentar su competitividad, mediante la incorporación de atributos de innovación y desarrollo. A la hora de poner en marcha un sistema de gestión de calidad es pertinente abordar la cultura organizacional, el cual es un factor que abarca la integridad de todas las partes interesadas que se verán afectadas (de manera positiva o negativa) por los cambios. El objetivo del presente artículo es la recopilación de información relacionada con la cultura organizacional; como se deben articular los sistemas de calidad con la cultura de una empresa, cuantos estudios se han realizado en el tema y cuales han sido los impactos que ha tenido la cultura de las empresas que se encuentran en procesos de implementar o ya implementaron un SGC.

Palabras Clave: Cultura Organizacional, Sistema de gestión de calidad, Impactos, Modelos de Medición, Calidad, ISO 9001.

Abstract

A quality system provides guidelines that allow companies to strategize around increasing their competitiveness, by incorporating attributes of innovation and development. When it comes to implementing a quality management system, it is pertinent to address the organizational culture, which is a factor that encompasses the integrity of all the stakeholders that will be affected (positively or negatively) by the changes. The objective of this article is the review of information related to the organizational culture; especially on how quality systems should be articulated with the culture of a company. We also review how many studies have been carried out and their impacts on the implementation of QMS.

Keywords: Organizational Culture, SGC, Impacts, Measurement Models, Quality, ISO 9001.

INTRODUCCIÓN



La cultura organizacional ha sido un aspecto importante para las empresas u organizaciones debido a la influencia que tiene a la hora de incluir cambios, modificar dinámicas laborales y dar cumplimiento a los objetivos planteados inicialmente por cualquier empresa. Como punto esencial, la comprensión de una cultura empresarial demuestra la existencia de comportamientos o acciones que pueden aumentar el desarrollo de cualquier empresa, de ahí se radica la importancia de su estudio y análisis para lograr abordar áreas equivalentes al desempeño de los trabajadores, la cultura organizacional y los sistemas de gestión de calidad.

Por ello, relacionando el concepto y estructura de la cultura, se aplican en empresas estrategias de medición como: la orientación cultural de Hofstede, el tridimensional de la cultura de Payne, el Modelo de Schein y el Modelo de valores en competencia (MVC) Cameron y Quinn. Es de ahí que, [1] realiza un análisis en las empresas mexicanas donde articula el clima organizacional con la cultura organizacional, mediante el modelo de valores en competencia compuesto por una estructura de cuadrantes identificados en; (organización familiar) (organización jerárquica) (organización adhocrática) y (organización de metas) a fin de, evidenciar la excelencia de los resultados en cuanto a la caracterización de la cultura organizacional de una empresa.

Considerando la gran influencia de la cultura organizacional en la sustentabilidad de una empresa, [2] aplica criterios de los modelos encaminados hacia los objetivos del desarrollo sustentable. A sí mismo, fundamenta que una organización con los lineamientos definidos de cultura generará valor a largo plazo, será capaz de reinventar sus procesos y estará preparada para crisis económicas, sociales y ambientales. Esencialmente, esta nueva manera de abarcar el conocimiento cultural lleva a las empresas a trazarse horizontes con miras a la certificación de sistemas de gestión de calidad. Por ello, [3] analiza la cultura organizacional, la gestión de recursos, el enfoque al mercado y el liderazgo como los determinantes en la orientación a la calidad cuyo objetivo son los de promover la eficacia y eficiencia de los sistemas internos y externos de la empresa.

La adopción en las empresas de las determinantes de la cultura como el liderazgo influyen en las actividades de la organización y por ello es necesario la priorización. Su capacidad de coordinar las funciones de operarios y liderar estrategias para nuevos mercados fortalecen la capacidad competitiva de la empresa diferenciándola de las demás [4]. De esta manera la aportación que le generan a las organizaciones se ven evidenciados en los niveles de los resultados que presentan las empresas certificadas con la norma ISO 9000, ya que en ellas se puede observar la relación positiva que tiene manejar una buena cultura a la hora de ejecutar resultados de cambio, basando en estrategias enfocadas a la implementación de medidas de enfoque al cliente, al compromiso con la calidad del servicio y al desarrollo medidas correctivas o preventivas para abordar situaciones [5].

METODOLOGÍA



La metodología de formulación del artículo se fundamenta en la revisión de literatura a partir de la recopilación de información obtenida en las bases de datos Redaylc, Publindex, Science Direct y publicaciones de revistas universitarias con registro código ISSN e ISBN. La búsqueda prioriza como criterios las investigaciones de índole teórico que se han publicado en una escala menor a los diez años en los diferentes países.

La revisión sigue una metodología cuyo fin es profundizar en la información que se tiene al respecto de la cultura organizacional, identificar la importancia de la cultura de las organizaciones a la hora de implementar un sistema de gestión de calidad y evidenciar los resultados de la información representativa sobre el tema. Para ello, se priorizó la búsqueda de documentos que usaran los descriptores como: cultura organizacional, gestión organizacional, gestión de calidad y sistemas de gestión de calidad, con el fin de organizar la temática de cada artículo mediante una tabla de análisis y síntesis que valorara información esencial.

La cultura organizacional

Sintetizando los documentos teóricos sobre la recopilación de información, el objeto funcional de [6] es comprender a la cultura organizacional como un lineamiento de conductas, prácticas y valores a las que se deben adaptar los miembros de una organización. Se considera importante que las empresas u organizaciones basen sus investigaciones en los lineamientos de medición de la cultura en relación con la estrategia, estructura, el trabajo en grupo, la capacidad de liderazgo, permanencia, innovación, capacitación y desempeño. En este sentido, [7] explica que la cultura juega un papel fundamental para impulsar la competitividad y productividad de una organización por, reconocer capacidades intelectuales del personal, aceptar cambios de ideas propuestos, facilitar la realización de actividades, fomentar un clima organizacional y aumentar el nivel de trabajo de producción. A su vez, [8] investiga sobre la cultura organizacional como un factor capaz de desempeñar diversas funciones dentro de la empresa en lo que se refiere a, recopilar la información de los contenidos y las experiencias vividas, definir los límites de la organización y su diferencia con las demás, inculcar sentido de identidad para los trabajadores, generar compromiso de cada parte interesada, fortalecer la estabilidad de la empresa, guiar las proyecciones o estrategias sujetas y ser mecanismo de control y sensatez que moldee el trabajo y comportamiento de los involucrados de la empresa.

Esto impulsa a [9] en la realización de un análisis de los modelos implementados para medir la cultura organizacional en el lapso de los años 2005 y 2015. Por ello, [10] enfoca su investigación en la importancia de gestionar la identidad productiva, expresado que, para analizar la cultura organizacional es necesario revisar los factores determinantes de la organización y los rasgos visibles de la cultura en los diferentes grupos de interés a nivel interior y exterior proponiendo un análisis holístico de la empresa.



En efecto, para desarrollar un éxito en la cultura organizacional, se han venido adelantado diferentes modelos que tienden a utilizar las empresas fundamentalmente por el interés a mejorar la efectividad y reconocimiento de la misma. Es así como, [11] sugiere que es posible medir y comparar los rasgos culturales de las organizaciones con su impacto en el rendimiento y a la vez, expresa que si bien es viable tener una base de rasgos culturales que puedan comprender a la empresa esto varía respecto al contexto en que se encuentre.

Teniendo en cuenta el desarrollo de modelos de medición, [12] realizó una investigación aplicando el modelo de Denison en 11 empresas de la ciudad de Bogotá, orientada a la recolección de información referente a las variables que permiten identificar los cuatro pilares del modelo (adaptación, consistencia, misión y articulación). Los hallazgos logran evidenciar la correlación de los rasgos de la cultura con el desempeño de la organización. No obstante, se observa que el modelo no debería ser el único elemento a tener en cuenta para la evaluación de estas variables, si bien es cierto que es un modelo consistente, este carece de información referente a las observaciones directas del comportamiento y características de la cultura organizacional. A su vez, acorde con el resultado de enfatizar en las características culturales de las empresas [13] plantea mediante un modelo explicativo el impacto que la cultura organizacional ética tiene sobre la generación de valor sostenible para las empresas. La base del modelo es expresar por medio una idea general la calidad moral centrando su atención a partir del empleado y la respuesta de ellos cuando perciben un ambiente de valores deja a la deriva muchos aspectos que se deben articular en los procesos.

Al mirar los enfoques con los que se analizan la cultura, se evidencia que, si bien la existencia de una buena estructura de cultura organizacional logra mejores niveles para las empresas, aun se presentan muchas dudas en cuanto a comprensión y asimilación por parte de los individuos y la incidencia que tiene sobre los resultados del negocio [14]. Debido a esa afirmación, se abre el campo de investigación para determinar un contexto más específico de la cultura en la organización. [15] expone mecanismos de participación como (conversatorios, programas de inducción, medidas autónomas, flexibilidad laboral y guías de estándares operacionales) para dar una formación de hábitos en los trabajadores de las organizaciones. Se considera una estrategia que impacta y genera un ambiente de trabajo de interacciones y comunicación transparente.

A su vez, [16] demuestra que las capacidades organizacionales para generar cambios y satisfacer al cliente en cuanto a servicio y productos son elementos que debe contemplar la cultura organizacional, ya que esta no es más que la carta de presentación de la empresa. Es así como, [17] realiza una revisión descriptiva de bibliografía para identificar variables asociadas a la cultura organizacional que influyen en una buena gestión de conocimiento. Recalca que la cultura es eficiente y eficaz solo si se le apoya adecuadamente desde el manejo de recurso humano puesto que si este no está dispuesto a cambiar es difícil generar nuevas ideologías.



En lo relacionado con la identificación de las acciones que frenan el desarrollo de la implementación de los sistemas con respecto a la cultura organizacional de las empresas colombianas [18] analiza la resistencia al cambio y postula un modelo de encuesta fundamentado en planteamientos teóricos que investigan factores para ser evaluado en empresas de tamaño mediano o grande del sector de confecciones de Ibagué, concluyendo que no existe una marcada resistencia al cambio debido a la cultura que se ha ido creando en los últimos años, lo que demuestra la importancia de la misma. De igual forma, [19] investiga sobre el estado de la estructura organizacional y su impacto con variables como la innovación, conocimiento, talento humano, comunicación y gerencia que sean a cargo por la alta gerencia de la empresa, mediante un modelamiento de modernización para la gestión de organizaciones. Tiempo después, un estudio propuesto por [20] aplicaría el modelo de modernización de la gestión organizacional en una muestra de 80 pequeñas y medianas empresas ubicadas en la ciudad de Bogotá, desarrollando una metodología que permite pronosticar resultados de ganancias a partir de atributos o factores de gestión organizacional a fin de, considerar a la cultura organizacional como una estrategia de utilidad para inferir en la rentabilidad y estabilidad de una empresa.

Además de la aplicabilidad y resultados del modelo anteriormente descrito, [21] realizaría un estudio empírico de 60 MiPymes de mediana y alta tecnología en la Ciudad de Cali donde verifican la relación existente entre cultura organizacional y su rendimiento. Con ello, muestra que los valores y las prácticas organizacionales generan importantes mejoras en el desempeño de calidad de productos, eficiencia de procesos internos, relaciones intergrupales.

Articulación de los sistemas de gestión de calidad con la cultura organizacional de las empresas

Actualmente la relación entre calidad y cultura organizacional forman un factor clave, sobre todo en aquellas empresas que buscan la certificación por la norma ISO 9001, debido básicamente a que el funcionamiento de los sistemas de calidad necesita como elemento estratégico una buena cultura de la empresa. Esta nueva implementación ha sido satisfactoria para empresas que se proponen a una mejora continua, a fijar un rumbo mercadeo y a comprometerse con la satisfacción de sus partes interesadas, debido a la articulación que tienen los sistemas con elementos relacionados a la cultura como lo son el compromiso de la dirección, la atención hacia el cliente, la participación activa, reconocimiento de errores, comunicación entre partes interesadas, liderazgo, entre otros [22].

En general, los objetivos fundamentales de la gestión de calidad y la cultura se relacionan entre sí, ya que están dispuestos a crear mejoras que ayuden a la empresa a conseguir un éxito empresarial. De ahí, se empiezan a realizar herramientas de utilidad como la teoría de la creación del conocimiento de Nonaka para fomentar una visión integral y más profunda de la empresa [23].



Una cultura de calidad debe abarcarse desde la vista global de la organización hasta los aspectos de las personas que conviven en el entorno. Por ello, [24] realiza un estudio que se enfoca en las empresas cubanas y el paradigma de gestionar la implementación de un sistema de gestión. Concluye que el modelo más acorde a las condiciones en las que se encuentra las empresas del país y que les sirve como estrategia de generación de cambio y orientación a los altos directivos es el propuesto en 1993 por Cummins & Worley.

Un ejemplo en el cual se aplica la articulación de la cultura y un sistema de gestión de calidad lo demuestra [25] que realiza un estudio en Santiago de Cuba donde identifica factores de la cultura organizacional que facilitan implementar sistemas de gestión de calidad, demostrando que es un elemento específico que debe ser conocido, validado y ubicado como pilar en la elaboración de modelos de excelencia empresarial. Así mismo, la vinculación de la cultura y la gestión de calidad se considera como una ventaja competitiva y factor clave en el mejoramiento continuo de la empresa.

A su vez, [26] desarrolla una propuesta metodológica y conceptual mediante la Teoría de Lewin para gestionar la cultura organizacional con la incorporación de un sistema de gestión de calidad en las empresas. En ella, determina los elementos culturales objeto de diagnóstico mediante instrumentos como listas de chequeo y cuestionarios que permiten organizar y priorizar la información de los aspectos de la cultura. Para el autor, las empresas situadas en Colombia se caracterizan por basar sus reglas según las estructuras jerárquicas sin tener en cuenta a las demás escalas de la organización.

Es por esto que, [27] mediante una revisión bibliográfica expresan los beneficios a las organizaciones que traen consigo las estrategias enfocadas en la cultura organizacional. Al modo de ver de los autores, la gestión del conocimiento es una serie de prácticas direccionadas a aprovechar los activos de la empresa para mejorar sus procesos, productos y servicios, llevando de manera directa a la gestión de calidad para promover la mejora continua. Con este propósito, [28] proponen como eje central de articulación el desarrollo de los procesos de creación y novedad organizacional para visualizarse a la implementación de sistemas integrados. A medida del tiempo, a las organizaciones se les imponen nuevos retos, los cuales son capaces de lograr si desarrollan innovación en sistemas que sean al alcance de pocos, soporten las existencias del mercado, promuevan ambientes saludables y cubran a cabalidad los derechos de los trabajadores.

En vista al enfoque que se le da a la cultura organizacional, [29] analizan la manera de integrar el sistema de gestión de calidad que manejaban las empresas Pymes previamente certificadas por el modelo ISO 9001 con los lineamientos de responsabilidad social, a condición de que, sea base en la sostenibilidad rentable a media y largo plazo de una empresa. Expresan por revisión de diferentes investigaciones de mercadotecnia en Colombia que los consumidores propenden a comprar en empresas comprometidas socialmente y es por esto responsabilidad de la empresa hacer ver de su publicidad la realidad actual de su entorno.



A su vez, por la importancia que tienen los sistemas de gestión de calidad [30] realizan una investigación del impacto que tienen los sistemas en empresas pequeñas y medianas con base en un análisis de factores claves en la organización de manera directa a la cultura. Por ello, reflexionan que no solo basta tener una empresa productiva y competitiva que genere beneficios económicos a accionistas, sino que también deben ser competentes a la hora de generar estabilidad en su entorno y aportar a una sostenibilidad al país. Es necesario por parte de los líderes de procesos y de la alta dirección manejar una postura diversa por el nivel de paradigmas que trae consigo la comprensión de la realidad organizacional, esto con el fin de, incorporar de manera integral, pertinente y significativa un sistema de gestión de calidad en cualquier nivel de empresa. De mismo modo, [31] analiza la innovación organizacional a partir de los sistemas de calidad de diferentes grupos de empresas manufactureras de la ciudad de Cartagena, precisa que la planeación estratégica en conjunto con el sistema de gestión de calidad convierte a una empresa con un entorno empresarial de altos niveles de cultura en la innovación. Plantea un estudio de modelos teóricos que permiten identificar innovaciones de tipo de organizacional considerando la importancia y el efecto positivo que está tiene como factor para la extensión de la productividad y competitividad de las empresas.

La resistencia al cambio y desconocimiento, obstáculos a contemplar

Para poner en marcha la implementación de un sistema de gestión de calidad que puede llegar a producir tantos cambios positivos como negativos en una organización, es necesario contemplar estrategias en pro de contrarrestar las barreras que interfieran en su aceptación. Si bien, las organizaciones deben seguir procesos de cambios en busca de su mejora continua, no significa que dicha transformación se logre ser llevada en forma eficiente, pues normalmente se presentan grandes dificultades de resistencia de parte de los interesados [32].

En múltiples ocasiones las empresas emplean una nueva cultura organizacional para desarrollar sistemas de gestión que evidencien las actividades y procesos que desarrolla la empresa, la participación de todos sus trabajadores y el efecto de resultados que tengan. La implementación de sistemas de gestión de calidad está a la deriva de dificultades tanto internas como externas, la satisfacción de los clientes, el ambiente laboral, la normativa respecto a salud y seguridad del trabajador, la calidad del servicio y el ámbito ambiental deben ser priorizados en toda empresa que aspire a una mejora continua independientemente del tamaño de la misma. Para ello, es pertinente que la organización adquiera estrategias que le permitan crecer, competir y evolucionar en un mercado cambiante y selectivo [33].

Debido a la repercusión que tiene un proceso de cambio para cualquier tipo de organización, [34] analiza desde la ejecución de los sistemas de gestión de calidad cuales han sido las principales barreras culturales para la organización y a su vez, plantea un modelo para resolver los elementos identificados mediante variables estratégicas que aporten fortalecimiento a la calidad. Bajo este concepto, la estructura del modelo tiene como eje central al ser humano, quien con su compromiso puede representar de manera negativa e incidir en la mejora continua de la organización. Considerando la resistencia al cambio como



un factor del fracaso toda empresa debe establecer procesos que involucren el compromiso, participación, comunicación interna, toma de decisiones y estructura organizacional para lograr constituirse y posicionarse en el mercado. Así mismo, [35] expresa que aún existe desconocimiento de la importancia que la ética empresarial tiene en los procesos de implementación de sistemas capaces de darle un valor agregado a las empresas en lo que equivale a la certificación de su rentabilidad, reputación y permanencia. Si bien es cierto que el gerente es el encargado de aceptar y cambiar el funcionamiento de la empresa, es pertinente la vinculación de un grupo social que junto con él tomen decisiones racionales y acertadas para el futuro.

Debido a las barreras que se evidencian cuando se da inicio a la implementación de un sistema, [36] evalúa en una revisión la realidad de la organización después de la certificación bajo los lineamientos de un sistema de gestión de calidad, identificando los efectos en lo referente a personal, competencia, gestión, ambiente laboral, desempeño y eficacia que la implementación produce en el área de talento humano. Es así como, se evidencian los efectos positivos de la formación de manuales o documentos de especificaciones y la capacitación que se implementan por medio del SGC, puesto que define y moldea los parámetros, funciones y el personal encargado de cada actividad de la empresa. Y [37] a su vez, plantea definir al sistema de gestión de calidad como una estrategia de cambio organizacional para el sector colombiano por su estructura PHVA. De manera general, mediante la realización de encuestas, listas de chequeo y entrevistas a las dependencias de la Superintendencia de Sociedades se identifica la importancia de los aspectos relacionados al personal contratado, la alta dirección, el servicio al cliente ya que mejoran y facilitan la gestión ordenada de una organización.

También, [38] refleja la importancia que cumple una buena estructura en la cultura organizacional para proporcionar ambientes adecuados donde se puedan implementar sistemas de gestión de calidad en empresas de diversos tamaños. Basándose en la relación existente entre el estilo de la dirección de una organización y su clima laboral se analizan conceptos relevantes que se encuentran presentes en, las formas de percibir una acción, los valores organizacionales, el clima organizacional y la normativa. Este con la finalidad de, si se considera necesario desarrollar investigaciones a fondo sobre el estado cultural de las empresas si de implementar SGC se trata e involucrar como actor fundamental el papel de los empleados desde el cumplimiento de la política hasta el compromiso con la elaboración de sus funciones y el respeto a los clientes.

Impacto de la cultura organizacional en empresas que implementan un SGC

Para hablar de los efectos que trae la ejecución de un sistema de gestión de calidad en las empresas, [39] define a la filosofía de gestión, estilo gerencial y cultura organizacional como variables o factores que serán fortalecidos en la elaboración de los sistemas para empresas básicas del Estado de Venezuela. Mediante las percepciones que evidencian los gerentes se



determinaron puntuaciones en cuando a valores, antivalores y principios para conocer la incidencia que tienen estos en su comportamiento organizacional:

Para un total de 18 valores con puntuación máxima de 360 se obtuvo un puntaje de 208

Para un total de 5 antivalores con puntuación máxima de 90 se obtuvo un puntaje de 50

Para un total de 9 principios con puntuación máxima de 180 se obtuvo 111

Evaluada esta puntuación se logra presentar un accionar frente a las exigencias de las actividades, una efectividad en cuanto a la producción de la empresa, un vínculo en la toma de decisiones, un fortalecimiento en la búsqueda de soluciones a dificultades, una asignación adecuada de tareas y un mejoramiento en la comunicación interna.

Con respecto a [40] considera que, la articulación de los sistemas con la cultura forma un ciclo de mejora y desarrollo, guiando a resultados empresariales exitosos. Demuestra que las organizaciones implementadas bajo lineamientos de sistemas de gestión de calidad consiguen establecer condiciones estables y viables para realizar programas de gestión de conocimiento y programas de innovación e investigación acordes a las demandas del mundo actual, repercutiendo positivamente en el desempeño y posicionamiento empresarial.

En cuanto al desempeño, su escala de fiabilidad es del 0,877 valor umbral con respecto a: Rentabilidad económica, Rentabilidad financiera, Margen de ventas.

En cuanto al SGC en general, su escala de fiabilidad es de 0,874 valor umbral con respecto a: Fortalecimiento de la empresa, calidad de productos y servicios.

[41] convencido en el éxito de la cultura organizacional para con los procesos de gestión de calidad, desarrolla una guía de evaluación asesorando la preparación hacia la acreditación y certificación de una empresa enfocada al tema educativo. En ella, identifica factores claves de la cultura con el interés de optimizar el desempeño y la salud laboral, y así mismo, definir líderes que generen altos niveles de confianza entre trabajadores y directiva, tracen parámetros de integridad y moralidad, posean habilidades para motivar al personal y oriente hacia una responsabilidad y compromiso.

En cuanto a [42] muestra los resultados de la relación entre el sistema de calidad y la responsabilidad social, con el fin de favorecer la construcción de propuestas que abarquen este tipo de temática en las empresas colombianas. Por ello, las organizaciones que tengan en práctica sistemas de gestión normalizados y responsabilidad cultural tienen a desarrollarse en un ambiente medido por valores, principios, políticas, acciones y elementos que potencializan la capacidad y reducción de costos. Y es que, uno de los beneficios inmediatos de la articulación de estas dos estrategias se evidencia en la postura y perduración que tienen dichas empresas en el mercado y en la confianza que los clientes le dan a la hora de adquirir sus productos. Eso se evidencia en el conocimiento que tienen los trabajadores sobre la utilidad del sistema ya que en una medición de los estados de componentes y variables



relacionados a la cultura organizacional demuestran que el desarrollo y reconocimiento tiene una calificación de nivel del 38,77 y 42,71 respectivamente. Así mismo, se demuestra maneja un conocimiento de un nivel de calificación de 40,57 de la importancia de un buen liderazgo y un conocimiento de un nivel de calificación de 44,93 del impacto que tiene la comunicación para el funcionamiento de la empresa.

[43] diseña un instrumento de diagnóstico para realizar un sistema de gestión de calidad en las actividades de 5 empresas de talla pequeña en el sector constructivo de Cúcuta, Norte de Santander analizando y monitoreando los resultados de fortalezas y debilidades determinadas en la aplicación. Se evidencia que las empresas actualmente están enfocadas en el día a día y no en planificar actividades a ejecutar para mantener en competitiva a la organización, esto basado en las debilidades presentes en los procesos de liderazgo, compromiso y la integración de sistemas. En efecto, la problemática del desinterés por parte de un determinado número de empresas reacias a un cambio no debe ignorar las aportaciones que dejan el implementar un SGC ya que, ayuda a la empresa a conocer y manejar los procedimientos coordinadamente, así como fijar responsabilidades y funciones dentro de la organización, lograr una mejora de servicios prestados, satisfacer al cliente y ahorrar costos [44]. Por ello, en un estudio [45] aborda las áreas de las organizaciones en las que han desarrollado la metodología del Coaching Organizacional como herramienta de competitividad para analizar el impacto positivo hacia las empresas en cuanto a, la mejora del desempeño del negocio, la productividad y el compromiso con la formación del sector del talento humano.

Discusiones.

Existe una tendencia al cambio continuo de la cultura organizacional de las empresas ya que se puede presentar afectada por una serie de factores provenientes del comportamiento individual de las partes interesadas. En un día de trabajo se presentan diferentes situaciones que hacen al personal ir adquiriendo experiencias y fomentando principios afectando de manera positiva o negativa las labores que se desarrollan en una empresa [9]. Por ello consciente en el desarrollo de un cambio organizacional, se evidencia la variabilidad de modelos o enfoques que implementan las empresas en pro de medir su cultura organizacional, debido a, la incorporación de diferentes dimensiones presentes respecto a su perspectiva interna y externa.

Una cultura funcional logra embarcar al personal con los lineamientos y sentidos de identidad que se maneja en la empresa, ya que, es una estrategia que se encarga de especificar la importancia del papel a desempeñar en la actividad, la manera de controlar las emociones del día, la aplicabilidad de las normas, el compromiso que debe ejercer, la imagen institucional a la que se debe adoptar y los valores que debe reforzar [46]. En general se concluyen que, la cultura organizacional si influye significativamente en el avance de una empresa.[47].

Con base en la posición de diferentes autores, implementar ISO 9001 se debe de manera principal a la mejora interna que supone, al alto nivel de satisfacción que se desarrolla para



con el cliente, el aumento de la economía y demanda de productos y las oportunidades de expansión a nivel tanto nacional como internacional [48].

CONCLUSIONES

La cultura organizacional es el conjunto de las relaciones internas, los compromisos y los resultados que se desarrollan en una empresa, a su vez, es la pieza clave para facilitar la incorporación de estrategias como los sistemas de gestión de calidad. Por ello, si bien con el trascurso de los años las investigaciones han abarcado muchos campos o dimensiones de estudios referente al tema aun es pertinente recalcar en la profundización de la cultura de las organizaciones y cómo esta se lograría articular con la estrategia de la empresa, con el talento humano, el área financiera, entre otras variables, para influir en los resultados de la empresa [49].

Tomando la información presentada en el artículo los resultados de la revisión indican el interés de las organizaciones por fortalecer su cultura y adaptarla a los cambios que trae consigo el mercado laboral, siendo uno de esos la puesta en marcha de los sistemas de gestión de calidad [50]. De esta forma, las empresas promueven su cultura para mejorar los procesos de toma de decisiones, impulsar a su personal a apropiarse de un área laboral y explotar sus habilidades frente a cualquier adversidad.

Por ello es pertinente concluir que el fortalecimiento de la cultura genera impactos positivos a la hora de adaptar a la empresa a un sistema de gestión de calidad, puesto que, estos sistemas logran brindar estrategias o lineamientos de trazabilidad que orientan a los líderes y alta dirección a definir responsabilidades en las áreas de trabajo, identificar la planificación y control de los procesos operacionales y desarrollar ciclos de mejora continua para dar una visión hacia la calidad que provea de beneficios a la empresa y sus partes interesadas.

REFERENCIAS

- [1] R. Hernández, S. Méndez, and R. Contretas, “Construcción de un instrumento para medir el clima organizacional en función del modelo de los valores en competencia,” *Contaduría y Adm.*, vol. 59, no. 1, pp. 229–257, 2014.
- [2] J. Carro-Suárez, S. Sarmiento-Paredes, and G. Rosano-Ortega, “La cultura organizacional y su influencia en la sustentabilidad empresarial. La importancia de la cultura en la sustentabilidad empresarial,” *Estud. Gerenciales*, vol. 33, no. 145, pp. 352–365, 2017.
- [3] J. A. Giménez Espín, D. Jiménez Jiménez, and M. Martínez Costa, “La gestión de calidad: importancia de la cultura organizativa para el desarrollo de variables intangibles,” *Rev. Eur. Dir. y Econ. la Empres.*, vol. 23, no. 3, pp. 115–126, 2014.



- [4] D. M. Escandon-Barbosa and A. Hurtado-Ayala, “Influencia de los estilos de liderazgo en el desempeño de las empresas exportadoras colombianas,” *Estud. Gerenciales*, vol. 32, no. 139, pp. 137–145, 2016.
- [5] L. M. Marín Vinuesa and J. Gimeno Zuera, “La certificación iso 9000 en el sector industrial del mueble: Evidencias sobre la cultura de calidad total y las ventajas que la caracterizan,” *Investig. Eur. Dir. y Econ. la Empres.*, vol. 16, no. 1, pp. 77–101, 2010.
- [6] C. María and G. Álvarez, “Una Aproximación Al Concepto De Cultura Organizacional,” *Univ. Psychol. Bogotá (Colombia)*, vol. 5, no. 1, pp. 163–174, 2006.
- [7] R. Soria, “Emprendurismo, cultura, clima y comunicación organizacional y su aplicación a la pequeña y mediana empresa en la Zona Metropolitana de Guadalajara, México,” *Red Acad. Ibeoramericana Local Glob.*, p. 250, 2008.
- [8] A. Pérez Martínez, R. Naranjo Pérez, and Y. Roque Dovel, “La cultura organizacional: algunas reflexiones a la luz de los nuevos reto,” *Tecnol. en Marcha*, vol. 22, pp. 56–64, 2009.
- [9] Á. Carrillo, “Medición de la cultura organizacional,” *Ciencias Adm.*, vol. Diciembre, no. 8, pp. 61–73, 2016.
- [10] H. M. Gómez Gómez, “Cultura organizacional e identidad productiva propuesta para el analisis de las organizaciones colombianas,” *Umbral Científico*, pp. 56–64, 2008.
- [11] D. R. Denison, S. Haaland, and P. Goelzer, “CORPORATE CULTURE AND ORGANIZATIONAL EFFECTIVENESS: IS THERE A SIMILAR PATTERN AROUND THE WORLD?,” in *Advances in Global Leadership, Volumen 3*, 2003, pp. 205–227.
- [12] M. E. Martínez Avella, “Relaciones entre cultura y desempeño organizacional en una muestra de empresas colombianas: Reflexiones sobre la utilización del modelo de Denison,” *Cuad. Adm. Bogotá Colomb.*, vol. 23, no. 40, pp. 163–190, 2010.
- [13] R. P. Pablo, R. A. Carmen, and M. C. Ricardo, “Cultura organizacional ética y generación de valor sostenible,” *Investig. Eur. Dir. y Econ. la Empres.*, vol. 18, no. 1, pp. 17–31, 2012.
- [14] Y. B. Ruiz and J. C. Naranjo, “La investigación sobre cultura organizacional en Colombia: una mirada desde la difusión en revistas científicas*,” *Divers. Perspect. en Psicol.*, vol. 8, no. 2, pp. 285–307, 2012.
- [15] D. H. López, “Mecanismos de gestion cultural en la formacion de habitos y en la transformacion de la cultura organizacional,” *Suma Negocios*, vol. 5, no. 11, p. 9, 2014.



- [16] Á. Cervantes, “El poder de la gestión de proyectos en la cultura organizacional,” *Rev. Ciencias Estratégicas*, vol. 24, no. 36, pp. 345–363, 2016.
- [17] G. E. R. Lindarte and M. A. V. Guerrero, “Cultura organizacional en la gestión del conocimiento,” *Rev. Apunt. Adm.*, vol. 1, no. 1, pp. 50–59, 2017.
- [18] R. Entre, A. Hacia, E. L. Cambio, and Y. C. Organizacional, “Relaciones entre actitud hacia el cambio y cultura organizacional :,” *Director*, pp. 49–69, 2007.
- [19] R. Pérez, “Estructura y cultura organizacional en la Pyme Colombiana: Análisis en empresas Bogotanas,” *Cuad. Adm.*, no. 38, pp. 73–85, 2007.
- [20] W. O. Rojas and R. I. P. Uribe, “Efectos de la gestión organizacional en la rentabilidad en PYMES: evidencias empíricas y algunas consideraciones teóricas,” *Rev. Esc. Adm. Negocios*, no. 69, pp. 88–109, 2010.
- [21] E. Julián and G. Albarracín, “Cultura organizacional y rendimiento de las Mipymes de mediana y alta tecnología: un estudio empírico en Cali, Colombia,” *Rev. Citíficas Javierniana*, vol. 24, no. 42, pp. 125–145, 2010.
- [22] S. L. Caicedo and M. Caldas, “La importancia de la cultura organizacional en la implementación y mantenimiento de sistemas de gestión de calidad basados en la norma ISO 9000,” *Innovar, Rev. ciencias Adm. y Soc.*, no. 20, pp. 135–148, 2002.
- [23] K. Linderman, R. G. Schroeder, S. Zaheer, C. Liedtke, and A. S. Choo, “Integrating quality management practices with knowledge creation processes,” *J. Oper. Manag.*, vol. 22, no. 6, pp. 589–607, 2004.
- [24] A. G. González and E. M. Fernández, “LA CULTURA DE LA ORGANIZACIÓN EN LA GESTIÓN TOTAL DE LA CALIDAD,” *Ensaio e Ciência Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, vol. 4, no. 3, pp. 99–114, 2000.
- [25] L. Charón Durive, “Importancia De La Cultura Organizacional Para El Desarrollo Del Sistema De Gestión De La Calidad,” *Cent. Inf. y Gestión Tecnológica Santiago Cuba Cuba*, vol. 5, p. 9, 2007.
- [26] N. Y. S. Pulido, “Definición de estrategias de transformación de la cultura organizacional en función de un sistema de gestión de calidad,” *SIGNOS USTA*, 2009.
- [27] J. E. D. la H. Freyle, E. C. Rincón, and L. C. G. Flórez, “Gestión de la calidad y del conocimiento: dos enfoques complementarios,” *AD-minister*, no. 21, pp. 71–85, 2012.
- [28] R. Alexis, M. Fonseca, D. Yolanda, Q. Montenegro, and J. M. Valencia, “El rol de la gestión del conocimiento en la implementación de un Sistema Integrado de Gestión *,” *LOGOS Cienc. Tecnol. ISSN 2145-549X, Vol.*, vol. 4, no. 2, 2013.
- [29] G. P. G. y L. G. M. Diaz, “Integración de la responsabilidad social con el modelo ISO



- 9001 en Pymes colombianas certificadas mediante,” *SIGNOS USTA Publindex*, 2009.
- [30] W. M. C. y L. P. Hurtado, “Elementos de analisis de factores clave en organizaciones con respecto a los sistemas de gestion de la calidad,” *SIGNOS USTA Publindex*, vol. 2, no. 1, pp. 29–52, 2010.
- [31] L. Arraut, “La gestión de calidad como innovación organizacional para la productividad en la empresa Quality Managemen as an Organizationa Innovation for th Productivity of th Compan,” *Esc. Adm. Negocios*, no. 69, pp. 22–41, 2010.
- [32] M. E. López Duque, L. E. Restrepo de Ocampo, and G. L. López Velásquez, “Resistencia al cambio en organizaciones modernas,” *Sci. Tech. ISSN 0122-1701, Vol. 18, N° 1, 2013, págs. 149-157*, vol. 18, no. 1, pp. 149–157, 2013.
- [33] M. J. Fraguela Formoso, J.A;Carral Couce, L;Igleisas Rodriguez, G.; Castro Ponte, A.; Rodriguez Guerreiro, “La integracion de los sistemas de gestion. Necesidad de una nueva cultura empresarial,” *Dyna*, vol. 78, pp. 44–49, 2011.
- [34] A. V. Rinc and F. Nacional, “Barreras culturales organizacionales en la implementación de sistemas de gestión de calidad en las entidades del sector público en Colombia *,” vol. 3, no. 1, pp. 71–91, 2011.
- [35] G. B. Silva, “Ética empresarial y sistemas integrados de gestión : organizaciones pioneras,” *SIGNOS USTA Publindex*, vol. 5. N° 2, pp. 71–86, 2013.
- [36] S. Lizeth and E. Maigual, “Efectos de la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad bajo el modelo NTC-ISO 9001 en la Gestión del Recurso Humano,” vol. 4, no. 1, pp. 35–43, 2012.
- [37] J. G. Sáenz Urquijo and I. E. Serrano Turriago, “El Sistema de Gestión de Calidad como modelo de cambio organizacional el el sector público colombiano,” *SIGNOS USTA Publindex*, 2012.
- [38] J. Astrid and B. Pico, “La cultura organizacional , un camino para humanizar la implementación del sistema de gestión de calidad – ISO 9001 : 2008 *,” *SIGNOS USTA Publindex*, vol. 7, pp. 19–29, 2015.
- [39] Romero J. Salcedo, *Cultura Organizacional y Gestión de la Calidad en una Empresa del Estado venezolano*, vol. 11, no. 33. UNIVERSIDAD ZULIA, 2006.
- [40] C. ; Camisón *et al.*, “Sistemas de gestión de la calidad y desempeño: importancia de las prácticas de gestión del conocimiento y de I+D,” vol. 18, no. 1, pp. 123–134, 2009.
- [41] P. Casallas and J. M. Gaona, “La cultura organizacional, factor critico de éxito en procesos de gestión de la calidad y de acreditación institucional,” *SIGNOS - Investig. en Sist. gestión*, vol. 5, no. 1, pp. 15–30, 2015.



- [42] L. H. B. Tolosa, “Efectos de los sistemas de gestión de la calidad normalizados en las PYMES: implicaciones en la responsabilidad social empresarial,” *SIGNOS USTA Publindex*, vol. Vol. 2 No., pp. 15–26, 2010.
- [43] N. De Santander, C. Lucia, and Q. Romero, “Diseño de un instrumento de diagnóstico para la implementación y mejora de un sistema de gestión integrado para empresas pequeñas del sector de la construcción en,” vol. 9, no. c, pp. 59–71, 2017.
- [44] Á. G. José, F. B. José Antonio, and D. R. R. María de la Cruz, “Implantación de un sistema de gestión de la calidad: Beneficios percibidos,” *Rev. Venez. Gerenc.*, vol. 18, no. 63, pp. 379–407, 2013.
- [45] A. C. Cruz, “Innovación en procesos de gestión: una mirada al coaching en las organizaciones.,” *Apunt. Adm.*, vol. 1 N° 1, pp. 68–75, 2016.
- [46] R. Rodríguez Garay, “La cultura organizacional. Un potencial activo estratégico desde la perspectiva de la administración,” *Latinoam. Argentina*, vol. 12, p. 26, 2007.
- [47] I. j. Guillén mondragón and A. P. Aduna Mondragón, “La influencia de la cultura y del estilo de gestión sobre el clima organizacional. Estudio de caso de la mediana empresa en la delegación iztupalapa,” *Estud. Gerenciales*, vol. 24, no. 106, pp. 47–64, 2008.
- [48] F. Mieres, C. Tamayo, G. Rodríguez, R. Amelia, and G. González, “Implementación del sistema de gestión de la calidad en una empresa de servicio informáticos especializados,” pp. 57–78, 2010.
- [49] J. B. B. De Las Casas, “Calidad en las empresas latinoamericanas: El caso peruano,” *J. Glob. Compet. Governability*, vol. 7, no. 1, pp. 41–59, 2013.
- [50] Universidad CES. Escuela de Ingeniería de Antioquia., *La gestión de calidad en empresas colombianas de servicios de consulta en ingeniería*, no. 1. Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2004.



CAPÍTULO 15

**SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO FRENTE AL
MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS EN EL SECTOR HOSPITALARIO**

Nailea Jocelinh Rodriguez Estupiñan*

*naileajocelinhres@ufps.edu.co

Resumen

Un sistema de gestión ambiental es aquel que procura proporcionar las herramientas legales vigentes que cumplan con la norma ISO 14001 a todos los que quieran aplicarlo para su sostenibilidad, evitando la contaminación, el daño al entorno social, verificando los procesos que generan residuos sólidos o cualquier otro que se considere alarmante de acuerdo con las medidas que resguardan el entorno. El presente artículo expone algunas de las estrategias para desarrollar un sistema de gestión ambiental en las organizaciones del sector salud. se identifican los problemas internos y externos y cuántos de estos son críticos para alcanzar sus objetivos, las causas de contaminación y de cómo mitigar su impacto en el medio ambiente. El principal enfoque del sistema serán los residuos, especialmente aquellos de tipo biológico, químico y radiactivo. A partir de la información recolectada se determinarán las estrategias para obtener mejores resultados en la mitigación de impactos ambientales. Este plan de acción contra los residuos peligrosos pretende establecer una visión general con efecto positivo a nivel técnico y organizacional. Los sistemas de control varían propiamente por la complejidad de la organización y el contexto del sector hospitalario, pudiendo ser las variables de tipo legal, de servicio y de aspecto ambiental o impactos ambientales asociados para complementar cada plan de residuos para que se obtengan los mejores resultados.

Palabras clave: Impacto ambiental; Residuos peligrosos; Sistema de Gestión ambiental

Abstract

The environmental management system seeks to provide the current legal tools that comply with ISO 14001 for those who want to improve their environmental sustainability (pollution reduction) through the verification of the generation of wastes. This article exposes some of the strategies to develop an environmental management system in health sector organizations. Internal and external problems are identified, especially those critical to achieving their objectives (the causes of pollution and how to mitigate their impact on the environment). The main focus of the system is waste, especially those of a biological, chemical and radioactive type. Based on the information collected, the strategies to obtain better results in the mitigation of environmental impacts will be determined. This plan of action against hazardous waste aims to establish a general vision with a positive effect on a



technical and organizational level. The control systems vary correctly due to the complexity of the organization and the context of the hospital sector, which may be the variables of legal, service and environmental aspect or associated environmental impacts to complement each waste plan so that the best results are obtained.

Keywords: Environmental impact; Dangerous residues; Environmental management system

INTRODUCCIÓN

Todos aquellos residuos hospitalarios cuya disposición no sea la adecuada, que en algunos casos no son clasificados o separados adecuadamente según la resolución 1164 de 2002 y el decreto 2672 de 2000 por los trabajadores, corresponde a un riesgo potencial a quienes entran en contacto directo con estos y para el ambiente, estos pueden mezclarse con residuos no peligrosos y contaminarlos generando más de estos residuos peligrosos, por lo tanto la ISO 14001 responde a todas estas entidades de salud las cuales deben adoptar o implementar sistemas de gestión ambiental para mitigar los impactos de los residuos en contacto con el personal y el medio ambiente [1].

En la actualidad las entidades están implementando Sistemas de Gestión Ambiental, el cual se define como una herramienta que acompaña los procesos de una empresa del sector hospitalario para ayudar y beneficiar a las personas y al entorno que los rodea, en otras palabras, reduciendo los riesgos y minimizando los niveles de contaminantes de la empresa que la implementa. La gestión ambiental puede ser aplicada por cualquier organización que quiera y requiera implementarla, siempre y cuando la misma resalte una política ambiental asociada con sus actividades, productos y servicios que ofrece como tal [1] [2].

Para todos estos residuos generados, contar con un apropiado transporte en los hospitales desde su origen hasta alcanzar su disposición final es posible llegar a mitigar los impactos ambientales que se generan y así se tener una buena gestión ambiental de residuos hospitalarios, por lo cual no es solo definir sino también clasificar los residuos de acuerdo con la normativa establecida [3]. En Colombia en el manejo de los desechos hospitalarios se establecen medidas pertinentes a los residuos peligrosos y otras disposiciones, con el fin de minimizar, prevenir, y enmendar los impactos sanitarios y ambientales que se puedan generar. Por lo anterior se vienen ejecutando Programas de manejo adecuado de desechos Hospitalarios en los cuales se contemplan 3 elementos, el primero es el Decreto 2676 de 2000 que tiene como objetivo establecer el manejo adecuado de los residuos hospitalarios y similares, producidos por las personas jurídicas o naturales [4]. Por otra parte, como segundo se encuentra el programa que recurre a la sensibilización y divulgación permanente dirigida a los servicios de salud y a las autoridades ambientales y sanitarias de distintas zonas del territorio. Y por último se encuentra la Resolución Conjunta 1164 del 2002 que es el instrumento otorgado por los Ministerios del Medio Ambiente y Salud, por el cual se crean los, procesos, procedimientos, estándares y actividades que tienen que adoptar y realizar los



componentes internos y externos del manejo de los desechos derivados de las organizaciones [5].

Sin embargo [6], aporta minuciosamente el proceso de mejora ambiental es decir las pautas para conseguir los objetivos del Sistema de Gestión Ambiental (SGA), y para definir su política, por lo tanto, su estrategia se basa en concientizar el recurso humano de los entes prestadores de servicio de salud frente a sus compromisos con las metas del sistema. En lo que respecta al gran número de hospitales que existen y al uso desmedido de los servicios médicos, la suma de bienes y servicios que los hospitales deben conseguir es incierta, ya que se genera un impacto ambiental de tal manera la gestión ambiental hospitalaria funciona como un instrumento esencial para mitigar las acciones que contaminen el medio ambiente y así cumplir con la normas establecidas legalmente en el país. [7]

Finalmente este análisis bibliográfico de literatura está enfocada en un método de manejo ambiental a mejora en el sector hospitalario la gestión de residuos peligrosos en la cual se presentan las estrategias necesarias para una buena gestión ambiental hospitalaria, mediante la formulación de estrategias que no simplemente se enfoquen en la gestión de desechos sólidos, sino que también involucre todo el conocimiento de problemas y aspectos ambientales asociados a las actividades de las empresas e instituciones hospitalarias, con el fin de mitigar la contaminación, optimizar recursos, ser más competitivos en el mercado, adquirir conciencia y cultura institucional buscando siempre una mejora continua.

DESARROLLO

Definición de residuo

Para la RAE se llama residuo a cualquier material que se deriva de la desintegración, destrucción o descomposición de algo [8], adicionalmente para [9], lo define como cualquier sustancia o cosa que el ser humano elimine o tenga la obligación o la intención de tirar.

Por otra parte, se abarcan otros conceptos asociados al término residuo como por ejemplo: Residuo biomédico se define como cualquier componente o sustancia inútil desechada, con independencia de si va o no tener cualquier otra función más adelante. Esto incluye a cualquier elemento o sustancia que se derrama, bombea, vierte, filtra, descarga sobre los recursos naturales [10]. Al igual Residuo biosanitario es el tipo de residuo sanitario proveniente de las actividades sanitarias específicas, por ende al haber estado en contacto con pacientes o líquidos biológicos se halla potencialmente contaminado con sustancias biológicas, y Residuo sanitario que es el originado en hospitales o centros sanitarios, entre estos están incluidos los envases, y los residuos de envases, que los contengan o los hayan contenido [11], y pueden considerarse como un reservorio potencial de microorganismos capaces de transmitir enfermedades infecciosas y/o producir efectos tóxicos, dentro y fuera del centro productor, como también cualquier tipo de material generado por actividades de



atención a la salud y/o enfermedad, ya sean asistenciales, de curación, de prevención o de investigación, a partir del momento en que es desechado [12].

En cuanto al tema de residuos para diferenciar si es o no peligroso en Colombia está dispuesto el Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuo hospitalarios, adoptado por la Resolución 1164 de 2002 [5], y dichos desechos en el sector salud, se encuentran clasificados en: peligrosos y no peligrosos, no obstante cabe destacar que todo residuo no peligroso se debe tratar como si lo fuera, ya que podría haber estado con un presunto desecho peligroso y pueda estar contaminado.

Un desecho no peligroso hospitalario es aquel que no presenta en ningún momento efectos negativos en el medio ambiente y en los seres humanos. El procedimiento corresponde al manejo de los desechos hospitalarios, y solicita un plan de tratamiento desde su origen hasta la disposición final, en el cual son foco de una variedad de impactos en la salud y en el medio ambiente.

Por otra parte, los desechos peligrosos hospitalarios son aquellos que en cualquier estado físico, por sus propiedades definidas por [13], corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables inflamable volátil y patógeno (CRETIVP), los cuales representen un riesgo o daño al medio ambiente o a la salud humana y/o. de igual manera, se califican peligrosos todos los recipientes, envolturas y cubiertas que encuentren en contacto con ellos. [14]

El manejo inadecuado de los residuos hospitalarios representa un peligro latente para la salud de las enfermeras, médicos, personal asistencial, personal operativo de servicios de aseo y servicios generales, usuarios y personal externo que manejan los desechos en el proceso de tratamiento, transporte y disposición final, que haya tenido contacto directo o no, así como los responsables de su gestión, , la población en general, el medioambiente y la comunidad hospitalaria por la presencia de desechos peligrosos o de riegos tóxicos, químicos, biológico y elementos corto-punzantes [15].

Desechos peligrosos

Los desechos peligrosos se definen como cualquier desecho en cualquier estado físico, que por sus particularidades reactivas, corrosivas, tóxicas, biológico-infecciosas, explosivas, o inflamables, simbolicen un daño para la armonía del medio ambiente y de la sociedad. [16].

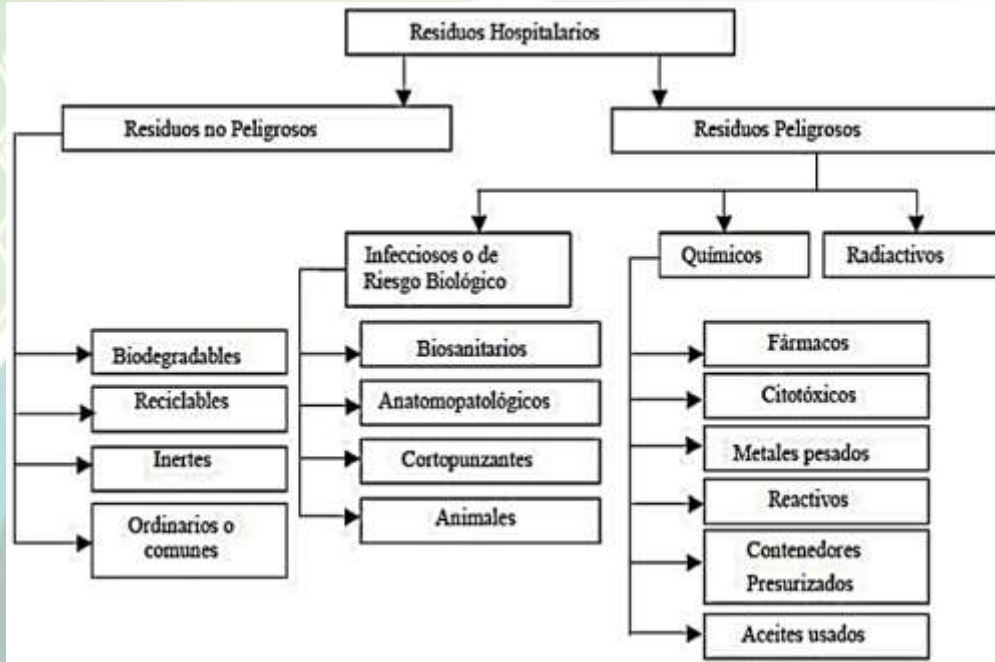


Figura 1. Clasificación de desechos hospitalarios y similares
Fuente obtenida de [17]

Impactos ambientales de los desechos peligrosos

Los impactos ambientales se definen como cualquier cambio negativo o positivo en el ambiente abiótico, biótico y socioeconómico, que sea beneficioso o adverso, parcial o total, que consiga ser aplicado al progreso de una actividad, obra o proyecto [18]. Además se refiere a cualquier trabajo del ser humano que deja una fuerte huella sobre el medio ambiente y por tal este motivo se genera una acción sanitaria motivo por el cual [19], añade que el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) es un instrumento competente de propiedad interdisciplinario que se destina a valorar, identificar, considerar y predecir las mediciones provisorias o reparar los resultados de los daños en el medio ambiente y que determinados actos antrópicos pueden causar daños el entorno y la calidad de vida de las personas.

En las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS) de los niveles 1,2 y 3 se originan entre 5560 y 8500 toneladas de desechos hospitalarios y similares por año, el 40% de estos es de conductas infecciosas y el 60% sobrante pertenece a equipo contaminante que podría agrandar el trance de impactos a la salud pública y enfermedades [20]. El transporte incorrecto de los desechos generados en las IPS, principalmente en salas de servicios de Cirugía, atención de enfermedades infectocontagiosas, salas de maternidad, morgues, Urgencias, laboratorios clínicos, Radiología, bancos de sangre, y facultades de salud; forman un difícil complicación de salud por el peligro que constituye para el medio ambiente y la humedad, debido a la presentación de desechos, inflamables, tóxicos, infecciosos radioactivos, y elementos corto-punzantes que generan gran percepción e inquietud de



riesgos en las personas [21]. Para estos casos es donde, la organización de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) alcanzara beneficios medioambientales encadenadas en sistema enmarcado con la moderación de desechos y también controlar todo aspecto negativo cumpliendo los objetivos mencionados en la política, así mismo el impulso de medidas de protección y prevención ambiental mejoran la imagen de la compañía, se minimizan demandas y por ende acceso a colaboraciones [22].

Como promotores de salud preventiva, los hospitales deben liderar el camino en la conciencia y la protección ambiental especialmente ahora que la contaminación por el hombre ha sido potencialmente asociada con el aumento de ciertos tipos de enfermedades humanas, como el cáncer, neurológicos, reproductivos y efectos sobre el desarrollo y las alergias. El reciente crecimiento de la medicina del medio ambiente como una especialidad médica nos recuerda que debemos combatir y vigilar las condiciones ambientales en los hospitales con cuidado [23].

La identificación de los distintos peligros a los que son expuestas las comunidades, las personas y el medio ambiente, permite identificar el daño que produce en la salud y el inadecuado manejo de desechos peligrosos en los hospitales, razón por la cual es innegable que parte importante de la humanidad esta desinformada sobre esta problemática, lo cual agranda el peligro sobre los daños en la salud y el ambiente con relación a la gestión de estos desechos [24].

Los problemas de los desechos peligrosos tienden a ser graves en países desarrollados en los que no hay tecnologías para un tratamiento y disposición final de dichos residuos generados fundamentalmente en el sector hospitalario [25], así mismo una clasificación inadecuada genera un incremento en la recolección, almacenamiento, tratamiento final (incineración) y eliminación seguida por las empresas responsables, reguladas por normativas concretas y constituidas en regímenes especiales de eliminación. Las actividades propias del personal sanitario determinan que el grado de exposición al riesgo sea muy elevado, lo que evidencia la necesidad de proteger la salud de las personas, de los visitantes, los trabajadores, y de todo público en general [26].

Alternativas para los impactos ambientales

A escala mundial se ha ido incrementando la importancia de la problemática ambiental a la que se está viendo expuesto el planeta, debido en gran parte a las actividades humanas, y los riesgos e impactos que estas pueden ocasionar [27].

Las organizaciones o centros de salud deben fomentar una contribución activa y voluntaria para la mejora social, económica y ambiental de su organización, motivo por el cual el diseño de implantación y revisión periódica de un método de Gestión de Calidad del Ambiente es una herramienta dinámica que permite someter a control, evaluación y seguimiento [22]. Y en el caso de que las personas sean nuevas en su cargo se debe tener un programa de capacitación para que reciban un adecuado aprendizaje y realicen correctamente su labor, y

en cuanto el personal que ya se encuentre capacitado se hace reuniones de valoración para la información de dudas e incertidumbres continuas [28].

Los enfoques sostenibles son necesarios para la respuesta de los principales inconvenientes del medio ambiente y de sostenibilidad que enfrenta el desarrollo, así como las regiones desarrolladas del mundo. Por tanto, existe una necesidad de tener una mejor comprensión de las interrelaciones multidisciplinares entre el desarrollo sostenible, el entorno, la salud de las personas. Por tal motivo se hizo énfasis en la globalización, el crecimiento sostenible, la bioética, la pobreza, el desempeño organizacional, la sostenibilidad, la gestión ambiental, el progreso individual, la salud humana, del ecosistema, los recursos hídricos y el reciclaje [29].

Para [30] la capacitación es una muestra del progreso en las instituciones, a diferencia de [31] quien analiza que capacitar a los profesionales sirve como elemento clave en las políticas de mejora de los métodos de gestión avanzada de los desechos peligrosos, con criterios de valor ambiental que minimizan y promueven actuaciones que favorecen la sostenibilidad y reducen los riesgos biológicos, químicos y la exposición de accidentes por desconocimiento de la correcta separación de los residuos. Con este último coincide [26] y asocia que dichos desechos forman un riesgo potencial para los trabajadores, pues una correcta gestión de los desechos sanitarios disminuye el peligro e incrementa las situaciones ambientales y laborales dado al alto riesgo de infección que se puede desencadenar en los accidentes laborales.

Gestión ambiental

La gestión del medio ambiente es el grupo de diligencias, conducentes a las políticas que le permite a las organizaciones identificar, evaluar, controlar, prevenir y minimizar los impactos perjudiciales que se derivan de los diferentes procesos, actividades y servicios tanto internos como externos. La adecuada implementación de la gestión ambiental le brindará a las entidades prestadoras de salud, el reconocimiento en ser ambientalmente sostenible, facilitará el ahorro de dinero ya que reduce los costos operacionales y ayudará a la reducción de riesgos laborales, ambientales y de salud.[1] Para esto se debe tener en cuenta otros aspectos que contribuyen a adecuar los sistemas de gestión en los hospitales y demás entidades que generan similares, dando como resultados sistemas de gestión que mitigan los impactos de los residuos potencialmente peligrosos.

Los sistemas de gestión ambiental coordinan esfuerzos para integrar el “cuidado del entorno” en una organización. Los controles de protección ambiental están diseñados para persistir a pesar de los cambios en el personal, estos sistemas de gestión del medio ambiente deben ser revisados regularmente para ayudar a asegurar el cumplimiento y para supervisar la mejora continua. [23]

En los hospitales se desarrollan gran cantidad de actividades por lo cual se generan impactos en el medio ambiente que con un inadecuado manejo ocasionan daños para la salud de las personas y el medio ambiente, por consiguiente, es esencial un buen manejo ambiental hospitalario que contenga todos los aspectos ambientales asociados a todas las actividades



que realizan los establecimientos de salud, y que no solo se encuentre enfocado en el manejo de los desechos sólidos. [32].

Sistema integral de gestión ambiental

El SIG es la armonización que contiene la organización, la programación de las operaciones, las prácticas, las responsabilidades, los métodos, los recursos y los procesos para implantar, estudiar, perseverar y llevar a cabo las conductas Medio Ambientales desde la perspectiva de la Compañía, lo anterior es visto desde enfoque completo y global del SAS (Sistema Ambiental Sostenible) [11].

Dentro de las dificultades técnicas en la gestión de los desechos en las entidades de salud, en primer lugar, se encuentra la distribución inapropiada de los residuos en el lugar de origen, debido a la mala capacitación por parte del personal que se encuentra a cargo y esto hace que se genere una separación inadecuada y se produzca un mayor volumen de residuos peligrosos. Actualmente, el manejo adecuado de los desechos hospitalarios se concentra en un grupo de metodologías, operaciones y ejecuciones vigiladas desde su origen hasta su destino final[33], aunque la gestión de residuos es cada vez más importante es necesario alcanzar una relación eficiente y eficaz a través de los recursos (materiales, tiempo, financieros y humanos) que emplea la organización para permanecer dentro del contexto, legal, político ecológico, social y económico en el cual se despliegan [34].

La primera distinción entre los externality-reducing technologies(ERT); efficiency-increasing technologies (EIT); environmental management systems (EMS ó sistemas de gestión ambiental). En el cual se añaden nuevos conocimientos sobre los efectos en el rendimiento distintas tecnologías ambientales dividiéndolos en dos categorías distintas; tecnologías de reducción de las externalidades y el aumento de la eficiencias tecnológica [35].

Gestión ambiental a nivel internacional

A escala mundial se ha ido incrementando la importancia de la problemática ambiental a la que se está viendo expuesto el planeta, debido en gran parte a las actividades humanas, y los riesgos e impactos que estas pueden ocasionar, en consecuencia. 163 países fueron adoptando gradualmente la norma ISO 14001 dentro de las organizaciones gubernamentales, grandes compañías y organizaciones, mediante la implementación de planes de manejo ambiental como parte de sus estrategias organizacionales que minimizaran los impactos en cuestiones de salud ambiental [36].

Pero en un lugar integro, en la cual la guía de avance económico se halla como una duda y en que la disminución de los recursos naturales es notoria con un manejo no optó de los mismos, el reajuste de los precios energéticos se conserva y la concienciación de la sociedad por ayudar el ambiente es cada vez más exigente, viva, y creciente, [37]. Además, se está en una economía completa en la que las compañías convienen acoplarse a grandes peticiones de

los consumidores, el desempeño normativo y legal procedente de la estrategia, medioambiental, social, e interior perfeccionadas por las varias naciones, exige a las compañías a efectuar grandiosos cambios en la índole social, económico y técnico. La compañía que pretenda conservarse en el mercado, deberá adecuarse para permitir que sus servicios o productos posean instrumentos específicos que sean bien examinados, beneficien la decisión de compra por los clientes y den confianza [38].

Por otra parte, el propósito de las pautas relativas a los métodos de Gestión Ambiental es suministrar a las entidades u organizaciones del sector salud orientación sobre qué elementos deben considerar en materia de protección medioambiental para asegurar que en el desarrollo de sus actividades se tenga en cuenta la minimización y precaución de los daños que se generen en el medio ambiente. Por consiguiente, las instituciones del sector hospitalario que anhelan hoy en día conseguir una verificación o certificación externa de sus Sistemas de Gestión ambiental, lograrán realizarlo de forma correcta gracias a la norma internacional ISO 14001:2015 [39].

Las regulaciones ambientales tanto nacionales, como internacionales, son cada vez más rigurosas. Las consecuencias de residuos generados por los diferentes puntos en el sector hospitalario se identifican de forma rápida para alcanzar el equilibrio entre el desarrollo y la parte económica. La competitividad de una empresa requiere un manejo adecuado de los sistemas ambientales para reducir impacto. [40].

Mientras que en América Latina en países como Chile, Uruguay y Brasil la mayoría de hospitales incinera sus desperdicios o residuos los cuales van a parar a vertederos a cielo abierto. La ciudad de Buenos Aires, por ejemplo, prohíbe la incineración de los residuos patogénicos mientras que en otras provincias del país se continúan incinerando. El tratamiento de estos residuos infecciosos debe hacerse in situ, para así disminuir su peligrosidad para que puedan ser transportados al relleno sanitario en condiciones de seguridad señala [41].

Gestión ambiental en Colombia

En el mundo y en Colombia los Residuos peligrosos contaminan el agua, el suelo y el aire, esto debido a un procedimiento inadecuado de las industrias fabricantes (agropecuarias, manufactureras, hospitalarias, mineras) tareas domésticas (por la no disposición de los desechos en la fuente) y entidades prestadoras del servicio de recolección que no proveen el 100% de la demanda [42]. Dichas situaciones perturban ampliamente la salud de la población y el medio ambiente. En especial a las familias frágiles como: mujeres embarazadas, población en extrema escasez, población adulta mayor y niños [43] [44].

El Convenio de BASILEA mencionado por medio de la Ley 253 de 1996 en Colombia aprueba el reconocimiento a la importancia de la problemática del medio ambiente que implica la gestión de los residuos peligrosos en el territorio, haciéndose uno de los 170 países miembros actuales, y en coherencia a ello, ratifica y adopta también los Convenios de



Rotterdam, por medio de la Ley 1159 de 2007 y de Estocolmo por medio de la Ley 1196 de 2008. [45]

En los años 70, con la conferencia de Estocolmo organizada por la Organización de Naciones Unidas en Suecia se marcó un punto de inflexión a nivel ambiental donde se estableció entre otras, la obligación que los estados adelantaran una “misión ecológicamente razonada de los servicios químicos tóxicos”, igualmente, se indicó que se debían realizar labores para ejecutar una “Gestión Ecológicamente Racional de los residuos Peligrosos”, incluso la precaución del comercio internacional ilegal [46].

En los años 80, tras grandes protestas y el rechazo público internacional que generó el descubrimiento de varios depósitos de desechos tóxicos en ubicados en países en vía de desarrollo África, Haití y Singapur, se dan las bases para que en el año 1989 sea suscrito el Convenio de Basilea; cuyo fin es llevar el Control de los Movimientos Transfronterizos y la eliminación de los residuos Peligrosos [47]. Este Convenio, entra en vigencia en mayo de 1992. Las disposiciones del Tratado giran en torno la promoción de la gestión ambientalmente racional, a la reducción de la producción de los residuos peligrosos y a la restricción de los movimientos transfronterizos, y la aplicación de un sistema regulatorio para los movimientos permisibles.

Debido a que la normatividad ha gestionado que en Colombia se ejecute mediante el manejo de residuos hospitalarios y similares, una apropiada disposición y manejo de los residuos, las organizaciones de salud implicadas han adquirido dificultades para cumplir la normativa debido a la poca gestión de deficiencias en la compra, a la poca educación del recurso humano, al manejo de insumos, falta de rutas internas, a su almacenamiento y disposición final, y la inapropiada segregación en la fuente.[48]

CONCLUSIONES

Las actividades diarias realizadas en las entidades del sector hospitalario implican la generación de residuos, los cuales presentan en su mayoría una inadecuada segregación en la fuente de las mismas, y su impacto se ve reflejado principalmente sobre el medio ambiente motivo por el cual es necesario desarrollar un sistema de gestión ambiental que nos permite identificar los impactos ambientales y los riesgos que pueden provocar, por lo que se requiere el apoyo y la participación de todos, ya que es indispensable para desarrollar medidas de control, protección y prevención ambiental exitosa y continua.

Finalmente, las estrategias para controlar los inconvenientes de gestión ambiental son necesarias para la identificación y prevención de los riesgos, las problemáticas ambientales y los puntos de control dentro de las entidades del sector salud.

Las empresas de salud al enfocar la capacitación de todo el personal con énfasis en las políticas ambientales dispuestas en la ISO 14001, reduciendo así los peligros que se generan



por desconocimiento o descuido hacia el personal que maneja los desechos en las empresas, evitando la propagación de infecciones o daños físicos junto con el deterioro del medio ambiente.

REFERENCIAS

- [1] ICONTEC, “Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 1401,” no. 571, p. 41, 2015.
- [2] ISO, “ISO-14050-Gestión ambiental — Vocabulario,” Order A J. Theory Ordered Sets Its Appl., vol. 2009, p. 58, 2009.
- [3] C. Cifuentes and S. Iglesias, “Gestión ambiental de residuos sólidos hospitalarios del Hospital Cayetano Heredia Environmental management of solid wastes in Cayetano Heredia Hospital,” *Inst. Investig. FIGMMG*, vol. 11, no. 2008, pp. 7–12, 2008.
- [4] Ministerio del Medio Ambiente, “Decreto 2676 de 2000,” 2000.
- [5] J. Rodríguez, Cecilia; Londoño, “RESOLUCION NUMERO 01164 DE 2002 (septiembre 6),” *Resoluc. Numer. 01164 2002 (Septiembre 6)*, vol. 2002, no. 45, p. 67, 2002.
- [6] A. Perez uribe, Rafael; Bejarano, “sistema de gestion ambiental: serie ISO 14000,” *Rev. Esc. Adm. Negocios*, vol. 62, pp. 89–106, 2008.
- [7] D. Bolaños, “Gestión Ambiental Hospitalaria: Un buen medio ambiente, el complemento de la salud,” *Bol. Inf. Univ. Marian.*, vol. 2, no. 2, pp. 72–74, 2015.
- [8] Real Academia Española 2, “RAE,” DLE: residuo - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario, 2014. [Online]. Available: <http://dle.rae.es/?id=W9sEaKE>. [Accessed: 23-Apr-2018].
- [9] D. De, J. Estado, and J. C. I, “Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.” «BOE» núm. 181, de 29/07/2011, Madrid, España, pp. 1–52, Jul-2016.
- [10] R. Rajan, D. T. Robin, and M. Vandanarani, “Biomedical waste management in Ayurveda hospitals – current practices & future prospectives,” *J. Ayurveda Integr. Med.*, 2018.
- [11] C. L. Isaac and R. Rodríguez, “Manual de Gestión Ambiental,” p. 254, 2012.
- [12] M. R. Girbau, J. Galimany, K. Salas, A. Roigé, and M. L. Torrens, “Gestión de residuos sanitarios. ¿Conocemos lo que saben y piensan los profesionales de la salud?,” *Nurs.* (Ed. española), vol. 24, no. 6, pp. 58–63, 2006.
- [13] ciudad y territorio Ministerio de vivienda, “Serie Compilación Decretos Reglamentarios Únicos Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio Edición digital,” *lex base*, vol. 49.523, pp. 0–1193, Jul. 2015.



- [14] E. Vargas, S. Granada, and S. Sepúlveda, “Revisión de la normativa vigente sobre la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares en Colombia,” CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LA SALLISTA, 2013.
- [15] J. C. Hernández Criado, “Caracterización de la gestión de residuos hospitalarios y similares en camí vista hermosa, Bogota,” *Respuestas*, vol. 21, no. 1, pp. 6–15, 2016.
- [16] D.O.F., “Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente,” D. Of. la Fed., pp. 1–78, 2018.
- [17] C. R. Gonzalez, “Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares en colombia,” pp. 1–76, 2010.
- [18] M. de ambiente y desarrollo Sostenible, “Serie Compilación Decretos Reglamentarios Únicos Fuente Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Edición digital,” vol. 49.523, pp. 0–1054, 2015.
- [19] S. García Vicente, M. Morales Suárez-Varela, A. Martí Monrós, and A. Llopis González, “Desarrollo de la gestión medioambiental certificada en unidades hospitalarias y ambulatorias de hemodiálisis,” *Nefrología*, vol. 35, no. 6, pp. 539–546, 2015.
- [20] Y. Quinto–Mosquera, L. Marina Jaramillo–Pérez, J. Antonio Cardona-Arias, and A. Colombia, “Conocimientos y prácticas de los trabajadores de un hospital sobre el manejo de residuos hospitalarios, Chocó, Colombia, 2012,” *Rev. Los Estud. Med. La Univ. Ind. santander Salud*, vol. 26, no. 1, p. 12, 2013.
- [21] Y. Quinto–Mosquera, L. Marina Jaramillo–Pérez, J. Antonio Cardona-Arias, and A. Colombia, “Conocimientos y prácticas de los trabajadores de un hospital sobre el manejo de residuos hospitalarios, Chocó, Colombia, 2012,” *Cevista los Estud. Med. la Univ. Ind. santander Salud*, vol. 70, no. 5, pp. 52–21, 2013.
- [22] J. F. G. García, “Gestión ambiental de centros sanitarios,” pp. 1–40, 2012.
- [23] B. Consensus and C. Sustainability, *Greener Hospitals Improving Envivnmental Performance*, no. February. Augsburg, Alemania, Universidad Wissenschaftszentrum Umwelt Augsburg, Alemania, 2015.
- [24] B.-Q. V. Mejía-Reales LD, Romero-Mendoza L, “Residuos peligrosos hospitalarios en casa : una amenaza emergente Hazardous hospital wastes in the home : an emerging threat,” *Rev. Cienc. Y Cuid.*, vol. 13, no. 1, pp. 87–102, 2016.
- [25] O. Sardiñas and C. Trujillo, “Evaluacion de riesgos para la salud por exposicion a residuos peligrosos,” *Rev. Cubana Hig. Epidemiol.*, vol. 39, no. 2, pp. 144–146, 2001.
- [26] M. R. Girbau i García et al., “Gestión de los residuos sanitarios en el ámbito hospitalario. Nivel de conocimiento y valoración global,” *ROL. Rev. Española Enfermería*, vol. 38, no. 4, pp. 48–52, 2015.



- [27] V. Rubio, “La Gestion Ambiental En La Pequeña Y Mediana Empresas,” Departamento de Industria y Medio Ambiente, castellon- España, 2008.
- [28] A. Salas and S. Vanegas, “GUIA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS PARA INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD DE NIVEL II Y III DE COMPLEJIDAD,” Rev. Gestión Integr. En Ing. Neogranadina - Fac. Ingeniería, 2008.
- [29] M. F. A. Goosen, “Environmental management and sustainable development,” Procedia Eng., vol. 33, pp. 6–13, 2012.
- [30] J. Tejada Fernández and E. Ferrández Lafuente, “La evaluación del impacto de la formación como estrategia de mejora en las organizaciones,” REDIE Rev. Electrónica Investig. Educ., vol. 9, no. 2, p. 4, 2007.
- [31] J. Gairín Sallán, “La Evaluación de Impacto en Programas de Formación,” Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, vol. 8, no. 5, Madrid, España, pp. 19–43, Sep-2010.
- [32] J. P. Rodríguez-Miranda et al., “Gestión ambiental en hospitales públicos: aspectos del manejo ambiental en Colombia,” 621 Rev. Fac. Med, vol. 64, no. 4, pp. 621–4, 2016.
- [33] J. P. Rodriguez Miranda, C. A. García Ubaque, and C. A. Zafra Mejía, “Residuos hospitalarios : indicadores de tasas,” vol. 64, no. 4, pp. 625–628, 2016.
- [34] A. Hernández-Nariño, A. Medina-León, D. Nogueira-Rivera, E. Negrín-Sosa, and M. Marqués-León, “La caracterización y clasificación de sistemas, un paso necesario en la gestión y mejora de procesos. Particularidades en organizaciones hospitalarias,” Dyna, vol. 81, no. 184, pp. 193–200, 2014.
- [35] S. Ozusaglam, E. Kesidou, and C. Y. Wong, “Performance effects of complementarity between environmental management systems and environmental technologies,” Int. J. Prod. Econ., 2017.
- [36] V. Rubio, “La Gestion Ambiental En La Pequeña Y Mediana Empresas,” p. 14, 2008.
- [37] S. Garc, L. Gonz, and M. Su, “Implantación de los sistemas de gestión medioambiental voluntarios en la red hospitalaria española: estado actual (2015) Introduction of voluntary environmental management systems into the Spanish,” Rev. Salud Ambient., vol. 16, no. 2015, pp. 92–102, 2016.
- [38] J. A. Fraguela Formoso, L. Carral Couce, G. Iglesias Rodríguez, A. Castro Ponte, and M. J. Rodríguez Guerreiro, “Integration of management systems. Need for a new entrepreneurial culture,” DYNA, vol. 78, no. 167, pp. 44–49, 2011.
- [39] C. Rey, “Gestión Ambiental,” Sist. GESTIÓN Ambient. Norma ISO 14001 Y Reglam. EMAS, p. 42, 2008.



- [40] J. Vidalón Gálvez, “Introducción a la Gestión Ambiental,” Rev. VirtualPRO, vol. Vol.1, no. No.39, pp. 16–19, 2005.
- [41] Á. A. CASTRO, “Gestión ambiental todos ganan práctica en la que hospitalaria: una POR,” 2013.
- [42] I. Capítulo, “Ley 1252 De 2008,” vol. 2008, no. 47, pp. 1–13, 2008.
- [43] M. T. Artunduaga, G. M. Losada Salazar, and T. F. García, “Impacto en la salud por el inadecuado manejo de los residuos peligrosos,” ing. USBMed, vol. 6, no. 2, pp. 46–50, 2015.
- [44] y P. S. Ministerio de Salud, “Decreto 351 de 2014,” pp. 1–11, 2014.
- [45] Z. Maya and A. María, “Residuos peligrosos en Colombia 2016: Caracterización y análisis normativo para su adecuada gestión,” UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO, 2018.
- [46] V. De Prada, “La conferencia de Estocolmo sobre el medio ambiente,” Rev. Adm. Pública, no. 26, pp. 381–401, 1972.
- [47] E. Congreso de Colombia, “Ley 253 de 1996 = Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación,” Ley, vol. 253, no. enero 9, pp. 1–54, 1996.
- [48] R. Gómez, A. Zuluaga, A. Correa, R. A. G. Montoya, A. Z. Mazo, and A. A. Correa Espinal, “Propuesta De Sistema De Logística Inversa Para El Sector Hospitalario: Un Enfoque Teórico Y Práctico En Colombia,” vol. 5, no. 1, pp. 35–52, 2014.



**Avenida Gran Colombia No. 12E-96 Barrio Colsag
San José de Cúcuta - Colombia
Teléfono (057) (7) 5776655
Correo: ingambiental@ufps.edu.co**

