

EFICIENCIA DE PROCESO Y NORMA ISO 14001 EN EMPRESAS ENERGÉTICAS  
CERTIFICADAS

CLAUDIA ISABEL HERNANDEZ GOMEZ

Director: Dr. JUAN CARLOS YEPES

2016

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

MAESTRIA EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

## RESUMEN

Se revisa la implementación de la norma ISO 14001 desde la perspectiva de afectación positiva de variables que tengan relación con el aumento en la eficiencia de proceso y la disminución de pérdidas en procesos productivos. Para determinar el aumento de eficiencia se analizaron las variables consumo de energía, consumo de agua y consumo de materias primas. Para analizar la disminución de pérdidas, se estudió la producción y disposición de residuos. Se hizo una revisión bibliográfica de artículos concernientes al tema, publicados en su mayoría en los cinco años anteriores a la investigación realizada. Se determinó que los resultados obtenidos en la industria en general pueden ser aplicados a las empresas de generación de energía, debido a que los procesos de implementación de la norma son similares en todos los sectores productivos. Se compararon los resultados obtenidos en la revisión bibliográfica con la experiencia de una de las empresas de generación de energía en Colombia, que está certificada con la Norma ISO 14001. Se determinó que cuando se produce la implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA) a partir de la aplicación y certificación de la norma ISO 14001 en una empresa, se producen disminuciones en los consumos de energía, agua potable y materias primas, así como una disminución en la producción y disposición de residuos, en parte debido a que estas variables son consideradas como ambientales y son las primeras que reflejan cambios positivos por ser las primeras sobre las que trabaja el SGA. Estos resultados fueron corroborados al hacer la revisión de los resultados de la aplicación y certificación de la norma en la empresa de generación de energía. Sin embargo, estos ahorros se pueden ver reflejados en el mediano plazo, aproximadamente dos años después de su aplicación, no son permanentes en el tiempo, es decir, no se produce una disminución continua en el tiempo, si no que dicha disminución tiene un límite y muchas veces no se ve reflejada en el desempeño financiero de una compañía, porque el valor de los ahorros se compensa con la inversión inicial requerida para la implementación y posteriormente con el costo de mantener la certificación vigente, la cual debe ser renovada cada tres años.

## PALABRAS CLAVE

Norma ISO 14001, sector industrial, sector energético, consumo de energía, consumo de agua, consumo de materias primas, producción de residuos sólidos.

## ABSTRACT

The ISO 14001 normative was reviewed from the perspective of positive changes in variables which have relationship with rises in process efficiency and loss reduction in productive process. In order to define the efficiency increase, energy consumption, water and raw materials were studied. To analyze losses decrease, waste production and disposal were studied. A bibliographic research was made in studies related to ISO 14001 and efficiency, with a publishing date less than five years prior to this research. The results observed in the general industry can be applied to energy generation industries, because all the implementation process in ISO 14001 are the same in all the productive sectors, The results obtained in bibliographic research were compared the ones observed for the experience of an special study case in Colombia, a company in the electrical sector with the ISO 14001 certification. When a Environmental Management System (EMS) was adopted through the ISO 14001 certification in a company, decreases in energy consumption, water and raw materials were found. In the same way, a decrease in solid waste production and disposal was observed. All the variables above contemplated were considered as “environmental variables” and they are the first ones to show positive changes when a EMS was adopted., because of their importance. These results confirm the results found in the electrical company with the ISO 14001 certification. However, these savings can be reflected only in the mid- term, more or less two years after the ISO 14001 and EMS implementation, and it is not possible to produce this decrease all the time, that means, the decrease has a limit and it is imposible to take the losses to zero. Most of the time, the decrease in raw materials, energy and solid waste is not reflected in the financial performance of the company, because the savings value is compensated with the first investment required for implementation and the costs to keep the certification each three years.

KEY WORDS: ISO 14001, industrial sector, energy sector, energy consumption, water consumption, raw materials consumption, solid waste production.

## INTRODUCCION

De acuerdo con lo que FAO explica en su página web, la norma ISO 14001 se concibió para ayudar a las organizaciones o empresas a implementar sus sistemas de gestión ambiental, mejor conocidos como SGA. (FAO, 2015).

La Norma ISO 14001 fue creada por la Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization – ISO), y aunque existen otras normas que tienen relación con el medio ambiente, solo la norma ISO 14001 permite obtener las certificaciones a nivel ambiental. (FAO, 2015).

Básicamente, la norma ISO 14001 permite crear un plan de trabajo a nivel ambiental, que tenga injerencia sobre aspectos tanto de la empresa, como de sus procesos. Dicho plan debe tener objetivos y metas, políticas y procedimientos que permitan el cumplimiento de los propósitos fijados. Se incluyen también temas como la capacitación del personal y seguimiento de procesos (formatos) que permitan tener documentado cualquier cambio o mejora que se incluya dentro del proceso (FAO, 2015).

Aunque la ISO es la institución que provee la certificación, no es directamente ella la que realiza los procesos de estudio e interventorías a las que se someten las empresas para encontrar su certificación. Existen compañías certificadoras que acompañan a las empresas en sus procesos, y luego realizan los trámites de certificación ante los organismos competentes.

De acuerdo con FAO (2015), una empresa busca minimizar su impacto ambiental y en este proceso puede encontrar ventajas adicionales, o beneficios internos, debido a que al racionalizar el uso de recursos como materia prima, agua y/o energía y disminuir su producción de residuos, obtendrá una reducción en sus costos fijos.

En Colombia, el proceso ha sido pausado. Como es normal cada vez que se quiere aplicar un nuevo procedimiento, su implementación saca a los actores de su

zona de “confort” y los obliga a hacer cosas para las que seguramente no se sienten completamente preparados. Esto se hace notorio con la evolución que muestra la implementación de la norma ISO 14001 en las empresas a nivel nacional.

Los procesos de certificación en Norma ISO 14001 a nivel nacional comenzaron a darse a finales de la década del 90 en el siglo pasado. Para el Ministerio del Medio Ambiente, la implementación de un SGA ayudaba a posicionar las empresas a nivel productivo y competitivo en el ámbito internacional (Vargas, 2002). Sin embargo, los procesos de certificación no tuvieron hasta ese momento ningún apoyo a nivel gubernamental. En el año 2002 ya existían algunos alicientes para la adopción de un SGA certificado, como era la disminución de costos por concepto de visitas para monitoreo ambiental y menor cantidad de reportes de monitoreo.

Para el año 2002, el gobierno estableció un programa de Calidad y Gestión ambiental en la pequeña y mediana empresa, debido a que ese grupo abarca el 50% de la mano de obra empleada legalmente en todo el país.

En el 2001, se realizó un proyecto de investigación en colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente, para determinar si las empresas que se habían certificado en Colombia hasta el momento (18 en todo el país) percibían algún tipo de beneficio ambiental después haber logrado la implementación de la norma ISO 14001 (Vargas, 2002). Se infería que el impacto de la implementación podía ser catalogado como positivo, pero no existía hasta el momento ningún estudio o cifra que sustentara dicha afirmación. La hipótesis de dicha investigación estaba relacionada con los beneficios que obtenían las empresas a nivel ambiental después de su certificación en ISO 14001. Para ese año, el 70% de las industrias certificadas eran multinacionales o pertenecían a los grandes grupos económicos nacionales. Todas las empresas encuestadas eran de carácter privado.

Se determinó dentro de la investigación mencionada que las empresas obtuvieron beneficios en sus exportaciones basados en la implementación de la norma ISO 14001. Adicionalmente, las empresas mejor organizadas estructuralmente, con personas encargadas directamente del desarrollo del proceso

de implementación de la norma, tuvieron menos problemas en alcanzar sus certificaciones que las empresas más pequeñas y jóvenes, con sus estructuras organizacionales menos desarrolladas. No se pudo hacer el montaje de indicadores ambientales en ese momento debido a la incapacidad del Ministerio del Medio Ambiente para proporcionar profesionales capacitados que prestaran la asesoría requerida. Dentro de dicha investigación se determinó que algunas empresas no conocen en realidad los beneficios económicos que han obtenido, debido a que no han realizado la cuantificación de sus beneficios.

Con respecto a la implementación de un SGA en una empresa relativamente pequeña, en la página del Instituto ICESI se observa una presentación realizada por el Icontec para pequeñas y medianas empresas (PYMES), buscando la motivación de las mismas para la mejora en el manejo ambiental. En dicha presentación, se muestran las certificaciones con las que Icontec cuenta, sus convenios y muestra de forma concisa cómo se lleva a cabo el levantamiento de información para comenzar el proceso, además de diagramas de proceso para llegar a la certificación, pasando por las ventajas que puede tener para una empresa pequeña dicha certificación. (ICESI, 2015). Eso demuestra la importancia que va cobrando este proceso para el país, en un momento en el cual los recursos naturales a nivel nacional muestran un deterioro preocupante y la sostenibilidad en el mediano y largo plazo ha pasado a ser tema de las agendas a nivel gubernamental.

Hay que tener en cuenta que la implementación de un SGA mediante la adopción de una norma ISO 14001 es un proceso costoso, debido a los pasos que se deben seguir para la consecución de dicha certificación. El estudio por parte de la certificadora es costoso, debido a que se paga en moneda extranjera (sus tarifas son en dólares estadounidenses o euros). El proceso de conversión para tener métodos limpios puede ser realmente alto, cambiar procedimientos requiere altas inversiones en tiempo, dinero y recurso humano, que tal vez una empresa pequeña no se sienta dispuesta a asumir. La implementación de formatos para el levantamiento de información y la propia recolección de información requieren tiempo y esfuerzo por parte de los actores involucrados. Adicionalmente, la certificación que se consigue

no es permanente: cada tres años se debe pagar una auditoría externa (con tarifas en moneda extranjera), que serán los mismos certificadores de la primera vez, para que certifiquen que los procesos siguen cumpliendo con las especificaciones de la norma.

Como se ve, el proceso de certificación y mantenimiento de dicha certificación es costoso, algo que no todas las empresas están dispuestas a afrontar. Es más, para decidir entrar en este proceso, aunque una empresa tenga la capacidad financiera suficiente para hacerlo, debe tener motivaciones adicionales como las exigencias de sus clientes o el deseo de mantenerse dentro de la normatividad legal vigente para evitar multas y sanciones.

Es aquí donde esta investigación adquiere toda la importancia, porque es necesario considerar un punto esencial en la implementación de la norma ISO 14001 aquí y en cualquier parte del mundo. La norma ISO 14001, al permitir una racionalización en el uso de los recursos como materia prima, agua y energía y en la producción de residuos, permite una disminución en los costos fijos de un proceso. Esta disminución no se da de manera inmediata, sino que permite una reducción de los costos en el largo plazo, debido a que la aplicación de la norma fomenta una cultura de la optimización y el buen uso de los recursos que progresivamente va arrojando beneficios. Esto se vuelve una actividad tácita en la aplicación rutinaria de la norma, donde los actores se enfocan en la racionalización de los recursos. El aporte que se realiza con esta investigación es el análisis de las variables antes mencionadas (agua potable, energía, materia prima, producción y disposición de residuos), sus comportamientos en el mediano plazo de acuerdo con lo reportado por los estudios realizados a nivel internacional y posteriormente su verificación en el sector de generación de energía, más específicamente la generación de energía hidráulica, donde se estudia la única empresa del sector certificada en la norma ISO 14001, a partir de la cual desarrolló su sistema de gestión ambiental (SGA).

Este argumento sobre la reducción de costos operacionales puede servir para motivar a las empresas a la aplicación de dicha norma a nivel nacional. En la economía actual, las empresas buscan minimizar sus costos para competir en los

mercados tanto nacionales como internacionales. Si esta reducción puede hacerse cuidando el medio ambiente y volviendo la empresa sostenible en el mediano y largo plazo, tanto mejor. Se vuelve un proceso en donde se producen ganancias para el medio ambiente, la empresa y la sociedad en general, toda vez que la empresa puede lograr su sostenibilidad en el mediano y largo plazo asegurando la disponibilidad de materia prima, puede disfrutar de un medio ambiente más sano y a la vez de una economía sólida, que permita mejorar la calidad de vida de los individuos pertenecientes a dicha sociedad.

Para ver qué puede suceder a nivel nacional, basta con estudiar los casos existentes en otras culturas donde estos procesos ya se han llevado a cabo. En Europa, por ejemplo, no solo se utiliza el sistema de normas ISO, sino también las normas EMAS (Eco Management and Audit Scheme). Según la Cámara de Zaragoza, España, las normas EMAS solo se manejan a nivel europeo y son más exigentes que la ISO, porque exigen una evaluación ambiental inicial, su alcance va más allá de la implementación de un SGA y se exige una declaración medioambiental puesta a disposición del público, validada por un veedor externo e independiente (Cámara de Zaragoza, 2015). La norma EMAS es de uso gratuito en el continente europeo.

El manejo de la información de una empresa a nivel público es uno de los que más afecta las empresas colombianas, que no están acostumbradas a publicar su información, más si dicha información va a ser sometida al escrutinio ciudadano.

Se quiere determinar, mediante la revisión bibliográfica que se propone en esta investigación, así como su posterior aplicación al sector energético nacional, si una empresa puede ser rentable generando además un cuidado hacia el medio ambiente. Publicaciones extranjeras como el *Journal of Cleaner Production* y el *European Management Journal* contienen información valiosa sobre los casos de estudio internacionales, así como comparaciones entre empresas de un mismo sector que permitan tener un referente para los procesos que se den a nivel nacional, determinando los recursos que se preservan al implementar un SGA.



## MARCO TEORICO

Estudiando los factores que han llevado a que se genere la necesidad de implementar y poner en marcha una normatividad al interior de diversas compañías y que presuponga un cuidado del medio ambiente, es necesario remontarse al siglo pasado para encontrar el inicio de este proceso.

Durante el siglo XX, las empresas en general no sentían necesidad alguna en el cuidado del medio ambiente, consideraban toda inversión a nivel ambiental como un gasto y no como una inversión. Se tenía una visión cortoplacista de la “eternidad” o “permanencia” de los recursos naturales, viéndolos como una fuente inagotable, a la que no era necesario prestar cuidado alguno.

El sector industrial se sentía con el derecho de “contaminar”, en pro de un avance que era sinónimo de crecimiento económico para el país, tan buscado por los gobiernos al ser la nuestra una economía considerada “en desarrollo”. Las empresas asumían que la contaminación era un daño colateral que se producía al tratar de ser más productivas.

Con la Reforma constitucional de 1991, se empezó a revisar el tema ambiental y en los artículos 8 (Riquezas culturales y naturales de la región), 49 (atención de la salud y el saneamiento ambiental), 58 (función ecológica de la propiedad privada), 63 (bienes de uso público), 79 (ambiente sano), 80 (planeación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales), 88 (acciones populares) y 95 (protección de los recursos culturales y naturales del país), se puso en marcha una legislación más extensa sobre el medio ambiente, su protección y la racionalización de su uso ([www.upme.gov.co/guía\\_ambiental](http://www.upme.gov.co/guía_ambiental)).

Es en este marco de la Constitución del 91 y las leyes promulgadas sobre el particular (Ley del Medio Ambiente), que se comienza a forjar lo que en el año 1993, con la ley 99 de ese mismo año, se constituye en una realidad: la creación del Ministerio del Medio Ambiente, que toma las funciones del instituto conocido hasta la fecha como “Inderena”, ampliándolas y ajustándolas a las necesidades del país en ese momento ([www.fenavi.org](http://www.fenavi.org)). El Ministerio se creó con el objetivo del cuidado del medio ambiente y los recursos naturales; hoy en día, dicha cartera se conoce

como Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y tiene como objetivo principal ser “ el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores” ([www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)).

Dentro de las funciones que ejerce el Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible, y que atañen a este trabajo de investigación, se encuentran las siguientes:

“Diseñar y formular la política nacional en relación con el ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar su conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente

Diseñar y regular las políticas públicas y las condiciones generales para el saneamiento del ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, que deterioren o sean destructivas del entorno o del patrimonio natural, en todos los sectores económicos y productivos.” ([www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co))

Se crea, con la conformación del Ministerio del Medio Ambiente, un refuerzo a la legislación ambiental y también a su aplicación, lo que permite que se haga un mayor control a las empresas que contaminen o no cumplan con la legislación ambiental vigente.

Esta situación abre la puerta para que algunas empresas, sobre todo las de carácter multinacional, empiecen a ver la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), representado por la implementación de la norma ISO 14001,

como una opción tanto para el cumplimiento de la legislación ambiental como para el manejo adecuado del medio ambiente.

Se puede ver el cumplimiento de la norma ISO 14001 como una primera motivación para la implementación de una norma de carácter ambiental. Al entrevistar a una funcionaria relacionada con el departamento ambiental de una empresa del sector eléctrico, ella advertía sobre esta preocupación por parte de la compañía, es decir, el cumplimiento de la legislación existente para evitar las posibles multas generadas por el incumplimiento de la misma, además de una preocupación creciente por el cuidado del medio ambiente y su sostenibilidad en el mediano y largo plazo. Sin embargo, después de la implementación del sistema y su puesta en marcha, se empezó a notar una racionalización en el uso de las materias primas o recursos invertidos en el proceso, que es uno de los puntos de control establecidos en la revisión periódica de la norma, lo mismo que en la producción y manejo de residuos, lo que permite encontrar un ahorro dentro del proceso en el corto, mediano y largo plazo, que es una ganancia a la cual le hace falta visibilización, por lo cual se convierte en objeto de interés para esta investigación.

Con respecto a las normas ISO, para comprender su importancia y por qué una empresa busca tener sus certificaciones sobre ellas, es necesario revisar su función para reconocer su utilidad. ISO, por sus siglas en inglés, es la International Standardization Organization u Organización Internacional de Normalización. En 2010 estaba conformada por 159 miembros, que son los organismos de normalización de países industrializados, en desarrollo o en transición en todas las regiones del mundo. ISO ha elaborado más de 18000 normas internacionales, es decir, que pueden ser utilizadas en diversos países. El objetivo de la organización es aportar herramientas a las empresas en diversos sectores económicos, gobiernos y la sociedad en general, para el desarrollo sostenible de variables económicas, sociales y ambientales (ISO, 2010).

La importancia de una norma internacional radica en tener un criterio unificado en cuanto a calidad, medio ambiente, procesos, etc., que pueda ser aplicado de igual forma en países diferentes o en un grupo de países, como es el

caso de asociaciones de países (mercados comunes), que tengan retos regionales que deban enfrentar con procesos objetivos y aplicables a diversas realidades.

Las normas ISO se elaboran como respuesta a una necesidad bien sea de un gobierno, sociedad, industria u otros. Al presentarse un mundo globalizado, una compañía que necesite incursionar en un mercado extranjero debe cumplir con unos procesos estandarizados, satisfacer requerimientos internacionales y, generalmente, estar certificados con una norma ISO.

Las normas ISO se crearon a partir de una preocupación de la ONU por la seguridad humana y la sostenibilidad del medio ambiente que los países industrializados tenían desde hace más de treinta años. Esto llevó a la creación de normas que permitieran regular la calidad y también, más adelante, poder enfocarlas hacia el cuidado del medio ambiente de manera directa (Giacobazzo, 2010).

La Norma ISO 14000 no es una sola norma, es un grupo de normas (Giacobazzo, 2010), que se refieren a la gestión ambiental aplicada una empresa, que puede ser pública o privada, y que consiste en la aplicación de procesos que tengan como objetivo principal el cuidado del medio ambiente, debido a que se busca su cuidado y su sostenibilidad en el tiempo.

La compañía que va a servir como caso de estudio para esta investigación a nivel nacional en el sector energético, Emgesa S.A., es una empresa de generación de energía hidráulica. Inició su proceso de certificación en la plantas estudiadas en 2005, culminando su proceso de certificación en 2008. De las cuatro empresas que generan el mayor porcentaje de energía eléctrica en el país (las otras tres son EPM, ISA y Chivor), solo Emgesa tiene una certificación ISO 14001. Las otras empresas, aunque han desarrollado sistemas de gestión ambiental, no están certificadas.

## ANTECEDENTES

Ya en países más desarrollados se había llevado a cabo el proceso de sensibilización de los sectores industriales, las compañías y los gobiernos: en Europa la preocupación por el medio ambiente comenzó un poco antes que en América del Sur, debido probablemente al uso intensivo que se había hecho de los

recursos naturales en dicha parte del mundo. Es tal vez por eso que en la firma del protocolo de Kioto para la reducción de la emisión de gases de invernadero en diciembre de 1997, fue la Unión Europea uno de los agentes que impulsó positivamente y de manera más decidida la firma de dicho protocolo, siendo junto con Australia e Islandia uno de los pocos en firmar y ratificar dicho acuerdo. (<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>)

Teniendo en cuenta la preocupación de la Unión Europea por el medio ambiente, y de acuerdo con lo explicado por Daddi en su artículo publicado en junio de 2015, las compañías se lanzan a la implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA o EMS, Environmental Management Systems, por sus siglas en inglés), usando éste como instrumento regulatorio, debido a los controles impuestos a nivel gubernamental, como instrumento económico, para aprovechar alguna rebaja en las tasas impositivas por reducir el impacto ambiental, o bien en forma voluntaria, yendo más allá de los requerimientos de la legislación ambiental (Daddi et al, 2015).

En este orden de ideas y teniendo en cuenta el estudio llevado a cabo por Daddi y otros investigadores, se pudo determinar una relación interesante entre el incremento en la aplicación de la norma ISO 14001 en las empresas y la mejora en los índices económicos de un país, los índices de desarrollo y lo que es de resaltar, se concluyó en dicho estudio que la implementación de un SGA basado en los estándares de la ISO 14001 en forma generalizada en un país (en este caso el país de estudio fue Italia) genera un mejoramiento en el PIB del mismo.

Según Barde (1995), las certificaciones ambientales se han aplicado durante los últimos 30 años y durante este tiempo han evolucionado hasta convertirse en lo que son actualmente. Los estudios sobre la implementación de un SGA basándose tanto en la norma ISO como las EMAS, han sido enfocados desde diversos puntos, casi todos desde la perspectiva micro, es decir, cómo afectan intrínsecamente a la empresa o compañía que los está aplicando. Dependiendo del enfoque que se haya dado, las investigaciones pueden tener resultados más o menos concluyentes, pero en general se percibe un mejoramiento en los índices de energía utilizada, agua, gas

y fuel oil. Se supone que al aumentar la productividad de una empresa se produce una mayor polución debido a un mayor uso de recursos, pero esto puede ser contrarrestado mediante el uso de tecnologías limpias, con una utilización más racional de recursos. Nuevamente, se vuelve a presentar la dicotomía entre un progreso económico y el peso que éste genera en el medio ambiente (Daddi, 2015).

A nivel de Colombia, se puede ver que sólo hasta finales del siglo pasado las empresas demostraron cierto interés por obtener las certificaciones ambientales, más exactamente la certificación ISO 14000. En su estudio, Vargas (2002) revisa los procesos de implementación de varias empresas del sector industrial. Este estudio se realizó de manera anónima, es decir, no dio a conocer nombres de las empresas objeto de la investigación, debido a que dichas empresas no deseaban estar expuestas al escrutinio público.

De acuerdo con el mismo estudio de Vargas, a finales del siglo pasado y principios de éste, el gobierno colombiano utilizó recursos facilitados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para financiar planes de certificación en ISO 14000 para la pequeña y mediana industria, debido a la influencia que dicho tipo de compañías tienen sobre los renglones de empleo y productividad a nivel nacional. Ese estudio tenía una duración de cuatro años y esperaba concientizar a más de 800 empresarios nacionales sobre la importancia de la certificación de las empresas en las normas ISO 9000 y 14000 (Vargas, 2002).

Dentro de esta investigación, se tomó en cuenta para el cumplimiento de los objetivos de la misma, aquellos que representan, de acuerdo con el conocimiento de la ISO 14000, el rendimiento global de una empresa: indicadores de uso de energía; indicadores de uso de agua; indicadores de medición de carga de contaminantes; indicadores de mediciones económicas. Adicionalmente se hizo un estudio cualitativo, mediante entrevistas a personas relacionadas con el tema (Vargas, 2002).

Se determina que las empresas experimentan una mejora en el área ambiental. Sin embargo, la gran mayoría también recibe un beneficio económico, lo

que sustenta la idea que la responsabilidad ambiental no se interpone al aumento de rentabilidad de las empresas (Vargas, 2002).

Investigando el caso latinoamericano, no se encuentran muchos estudios con respecto a la implementación de un SGA bajo los principios de la Norma ISO 14001. En Brasil, De Oliveira realizó un estudio en 2010 sobre las empresas certificadas. Este estudio, cuyo objetivo fue revisar las compañías certificadas en Brasil y determinar si habían experimentado reducción de costos dentro de su actividad diaria, concluyó que los principales beneficios obtenidos con la obtención de la certificación ISO 14001, además de los concernientes al cumplimiento de la normatividad existente, eran los relacionados con la reducción de uso de energía, agua, gas y fuel oil. (De Oliveira et al, 2010).

Dentro de los artículos que se estudian como base para comprender el por qué de la importancia de la revisión de las diferentes variables que afectan la eficiencia de un proceso -al realizar la implementación de la norma ISO 14001 en el mundo y comparar sus resultados con una empresa energética colombiana en particular, lo que constituye la parte novedosa de esta investigación- se consideró importante la revisión de la información presentada a continuación:

De acuerdo con Aisenberg y Vignochi (2013), las Pymes producen una contaminación realmente grande; más del 64% de la contaminación producida en toda Europa en años recientes. Por esto, debido a su falta de experiencia y conocimiento, es necesario que las Pymes tengan un SGA, considerando los siguientes aspectos: política ambiental corporativa, disponibilidad de recursos, entrenamiento en manejo ambiental, planeación, documentación, medición, monitoreo y evaluación de la implementación de objetivos debidos a la responsabilidad ambiental, certificación y cumplimiento de los estándares ISO, análisis de fallas y correcciones y minimización del impacto ambiental y mejora de la actuación ambiental . Se considera que la implementación de un SGA en una Pyme trae beneficios en cuanto a sostenibilidad, provee un mejoramiento continuo y trae ventajas en el mercado.

Dentro de los aspectos que se revisaron en dicho artículo y son pertinentes para esta investigación, se encontraron conceptos como las mejoras que puede producir un SGA en el desempeño integral de una compañía, estimulando el control de los riesgos ambientales y de los recursos utilizados en el proceso, lo que ayuda a reducir costos y producir mejoras ambientales, generando una sostenibilidad a futuro.

De acuerdo con Campos et al (2014), en revisión hecha en compañías de los sectores papeleros, textil y de maderas en el sur de Brasil, sobre su desempeño ambiental, se encuentra que el cumplimiento de las normas legales es una fuerte motivación para este mejoramiento, no solo el cuidado del medio ambiente. De acuerdo con la autora, existen muchas razones para implementar un SGA, algunas externas, como pueden ser el mejoramiento de la imagen de la compañía y también factores internos, como motivación del recurso humano, disminución del desperdicio, incremento en la eficiencia operacional y beneficios tanto financieros como organizacionales. Se han hecho numerosos estudios sobre los diversos temas relacionados con la implementación de la norma. Los indicadores ambientales se relacionan con los diversos problemas ambientales encontrados y deberían ser considerados como objetivos de la sociedad en general, en vista de que evalúan un tópico importante, como lo es la sostenibilidad del desarrollo. Al considerar el desempeño ambiental, se tienen en cuenta dos tipos de indicadores ambientales: los que evalúan las condiciones ambientales a nivel local, regional, nacional o mundial y los que evalúan el desempeño ambiental de una organización. Se identificaron siete requerimientos monitoreados por las compañías en general: requerimientos legales; competencia; entrenamiento y conocimiento; emergencia, preparación y respuesta; evaluación de cumplimiento; no conformidades, acciones correctivas y preventivas; aspectos ambientales; monitoreo y medida.

De acuerdo con Alonso – Pauli y André (2013), se resalta el carácter voluntario de un SGA y de la diferencia que existe entre un SGA que se ha implementado por medio de una norma como la ISO o las EMAS y uno implementado de forma empírica, además de la relevancia que tiene esta decisión sobre el cumplimiento de la política ambiental. En él se expone la disminución de



costos de la compañía que tiene un SGA estandarizado, a costa de una rigidez dentro de los procedimientos. Este SGA influye en la disminución de las emisiones de la compañía al ambiente. En un SGA implementado de acuerdo con las normas internacionales, se estandarizan los procesos y esto produce una mejora en las condiciones ambientales; el desarrollo de los procesos se especifica desde el principio, de acuerdo con los estándares, lo que permite a la compañía que lo está implementando mayor control sobre el procedimiento. Sin embargo, cualquier cambio en el proceso puede resultar más costoso, debido a que envuelve una cantidad significativa de papeleo, por lo que el procedimiento es más o menos rígido.

La implementación de un SGA no es sencilla ni tampoco económica, menos para una empresa de generación de energía. De acuerdo con Pauli y André (2015), la estación de energía de Niagara Mohawk gastó seis meses hombre desarrollando su SGA y setecientas (700) horas adicionales para lograr la certificación, lo que demuestra que el proceso de certificación resulta complicado para una empresa de generación de energía. El establecer un sistema de gestión ambiental (SGA) estandarizado es mucho más costoso que la implementación de un sistema informal, por lo que aquél será establecido por firmas de mayor tradición y con mayor capacidad financiera, mientras que un SGA informal tenderá a ser implementado por compañías de menor tradición y presencia en el mercado.

Al implementar un SGA estandarizado, se produce una triple ganancia por cuenta de la compañía, la sociedad y el medio ambiente. Un SGA que no produzca disminución en sus emisiones no producirá disminución en sus impuestos, por lo que no tendrá incentivos económicos por este concepto; adicionalmente, tendrá costos de producción más elevados por concepto de ineficiencia.

## ABORDAJE METODOLOGICO

Para determinar la metodología que se seguirá para cumplir con los objetivos propuestos en este trabajo de investigación, se plantea primero la pregunta que debe resolverse, en este caso: ¿Cuáles son las variables, en términos de recursos

utilizados, que se afectan positivamente en cuanto a reducción de pérdidas y aumento de la eficiencia con la implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA) representado en el cumplimiento de la norma ISO 14001 dentro de las compañías certificadas en el sector energético?

Para resolver la pregunta, se plantean un objetivo general y tres objetivos específicos:

#### OBJETIVO GENERAL

Analizar, de acuerdo con bibliografía reciente (artículos y documentos publicados en los últimos cinco años), cuáles son las variables en términos de recursos utilizados que se afectan positivamente en cuanto a reducción de pérdidas y aumento de la eficiencia en empresas certificadas del sector energético con la implementación y puesta en marcha de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) a través de la adopción de la Norma ISO 14001.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS

Identificar, a partir de rastreos bibliográficos y documentales, el tipo de variables que son afectadas con el cumplimiento de la norma ISO 14001 o de la implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA) en empresas del sector energético.

Describir cómo influyen las variables detectadas en el mejoramiento del medio ambiente según la información reportada por las empresas certificadas en el sector energético

Efectuar, a partir de los datos procesados, un análisis correlacional que permita establecer los nexos entre la adopción de la Norma ISO 14001 por parte una empresa del sector energético seleccionada y el mejoramiento derivado para el medio ambiente

Teniendo como punto inicial los elementos anteriormente expuestos, se diseñó la metodología que se seguiría durante el desarrollo de esta investigación.

Se planteó el uso de una categoría principal para esta investigación: eficiencia de las empresas en el sector energético, lo que se revisó mediante la variación de las variables de estudio propuestas (consumo de energía, materia prima, agua potable y

generación de residuos). Se considera que la certificación ISO 14001 da a las compañías las herramientas necesarias para lograr una sostenibilidad productiva en el mediano y largo plazo.

Se planteó una investigación de tipo no experimental. Esta investigación se hizo en dos etapas, de acuerdo con lo planteado en los objetivos.

Para el desarrollo del objetivo general y los dos primeros objetivos específicos, se planteó un estudio transversal característico, debido a que se trataba de una revisión bibliográfica puntual de artículos publicados en las bases de datos sobre la mejora en la eficiencia en empresas energéticas certificadas después de la aplicación de la norma ISO 14001. Se hizo una sola revisión en el tiempo sobre un tema específico.

Para el tercer objetivo específico, se planteó una investigación longitudinal, puesto que se analizaron las variables de eficiencia de una misma empresa de generación eléctrica en momentos distintos en el tiempo, para determinar su variación y correlacionarla con la aplicación de la norma ISO 14001.

De acuerdo con lo expresado anteriormente, la población y la muestra se dividieron dependiendo del objetivo revisado.

Para el objetivo general y los objetivos específicos 1 y 2, la población podía ser muy grande, en vista que se trataba de revisión de bases de datos que incluyeran varias palabras clave como eficiencia, norma ISO 14001, plantas de energía. Se encontraron muchos artículos con el tema ISO 14001, dependiendo de las palabras claves que se usen en la búsqueda. Sin embargo, sólo se encontraron 35 artículos que cumplieran con las especificaciones requeridas.

Con respecto al tercer objetivo específico, la población y la muestra fueron iguales, debido a que a nivel nacional solo existe una empresa del sector energético que cuenta con la certificación de ISO 14001.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Para poder dar respuesta a la pregunta de investigación y cumplir con los objetivos propuestos en este estudio, se planteó una revisión bibliográfica extensa

para determinar si había habido otros autores que anteriormente hubieran abordado el tema. Se encontró una gran cantidad de artículos relacionados al buscar “ISO 14001” en las bases de datos. Sin embargo, al realizar combinaciones de palabras claves como “plantas generadoras de energía”, “eficiencia”, “ISO 14001”, se encuentran muchos artículos que no guardan relación con esta investigación. Después de revisar extensamente las bases de datos consultadas (Science Direct, Redalyc), se encontraron solo treinta y cinco (35) artículos que pudieron servir para los fines propuestos en esta investigación. Para completar este número de artículos fue necesario tomar tres, que aunque no cumplían con el rango de fechas propuesto, estaban relacionados con el desarrollo de la investigación.

A continuación se presenta un listado de los artículos revisados, al igual que un breve resumen del mismo:

**TABLA 1. PRESENTACION DE ARTICULOS REVISADOS Y RESUMEN**

<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
The impact of ISO 14001 on developing world businesses	Mohamed, S.	Renewable Energy	2001
<b>Resumen:</b> Aunque los costos de certificación son altos, se compensa con los ahorros generados a largo plazo por la conservación de recursos y el incremento en ventas.			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Adopting Corporate Environmental Management Systems: Motivations and results of ISO 14001 and EMAS Certification	Morrow, D; Rondinelli, D.	European Management Journal	2002
<b>Resumen:</b> Se comparan los resultados de cinco pequeñas compañías generadoras de gas y energía en Alemania con los estudios realizados con respecto al impacto de un SGA certificado en empresas a partir de la norma ISO 14001. La disminución en el uso de recursos, la optimización de procesos y la disminución de costos para estas empresas solo se cumple de manera parcial. Las mejoras tangibles se consiguieron en manejo de documentación y cumplimiento de la legislación.			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>

The application of environmental certification to the Province of Siena	Ridolfi, R; Andreis, D; Panzieri, M; Ceccherini, F.	Journal of Environmental Management	2008
<p><b>Resumen:</b> Se determina que la Provincia de Siena tiene un índice de sostenibilidad mejor que el de otras provincias de Italia, debido al tipo de industria que maneja y la baja densidad de población.</p> <p>Los indicadores clásicos que se estudian son: uso de agua, pérdida de agua, coeficiente entre agua usada y perdida, uso de metano, uso de combustibles fósiles, uso de electricidad, uso de energía renovables, coeficiente entre uso de energía y producción de energía renovable.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Does ISO 14001 work in Brazil?	De Oliveira, J; Serra, J; Salgado, M.	Journal of Cleaner production	2010
<p><b>Resumen:</b> Se estudian los beneficios y dificultades de un SGA basados en ISO 14001 en Sao Paulo. Los beneficios identificados están relacionados con el desarrollo de acciones ambientales preventivas, reducción del consumo de energía, agua, gas y combustible y una influencia positiva en otros procesos de manejo internos.</p> <p>Se encuentra que la reducción que se produce en energía, agua y combustibles en el proceso productivo tiene relación con el compromiso de los colaboradores con respecto al ahorro en recursos naturales</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Does environment performance affect financial performance? a meta – analysis	Horváthová, E.	Ecological Economics	2010
<p><b>Resumen:</b> Se estudia el efecto que tiene el desempeño ambiental sobre el desempeño financiero en una compañía. .</p> <p>La relación entre el desempeño ambiental y el financiero es positiva en el largo plazo. Influyen localización geográfica y conceptos organizacionales.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
ISO 14001 certification and financial performance: selection effect versus treatment effect	Heras-Saizarbitoria; Molina – Azorín y P.M. Dick	JOURNAL of Cleaner Production	2010
<p><b>Resumen:</b> La certificación ISO 14001 mejora el desempeño ambiental de las compañías. El artículo se basa sobre un estudio desarrollado bajo la hipótesis de que la implementación de la norma ISO 14001 mejora también el desempeño económico.</p>			

<p>No se encuentran beneficios financieros a largo plazo con la certificación ISO 14001. La implementación de una norma ISO 14001 produce una reducción en los costos, pero compensa el alto costo de lograr una certificación. Si se producen ahorros en las variables de servicios, materias primas y manejo de residuos.</p>			
TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
Comparative analysis of diffusion of the ISO 14001 standard by sector of activity	Marimon, F; Llach, J; Bernardo, M.	Journal of Cleaner Production	2011
<p><b>Resumen:</b> Se estudia la difusión de la norma ISO 14001. Dentro del sector de suministro de energía, 298 empresas consiguieron su certificación en 1998, 258 en 1999, 462 en 2000, 855 en 2001, 862 en 2002, 927 en 2003, 838 en 2004, 107 en 2005, 1893 en 2006, 2107 en 2007 y 1988 en 2008, de acuerdo con los datos publicados por ISO. El sector de suministro eléctrico tiene un comportamiento similar a otros sectores de la economía, por lo que se puede hacer una generalización de conclusiones en cuanto a la aplicación de la norma ISO 14001 en él. Donde se encuentran algunas diferencias es en la aplicación de dicha norma dependiendo del país donde se encuentre la compañía.</p>			
TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
Does it really pay to be green? Determinants and consequences of proactive environmental strategies	Clarkson, P; Li, Y; Richardson, G; Vasvari, F.	J. Account Public Policy	2011
<p><b>Resumen:</b> Los costos de protección del medio ambiente han aumentado significativamente desde 1970 y se espera que sigan aumentando. Algunas compañías multinacionales se han preocupado por disminuir sus consumos de energía y otras por tener mayor eficiencia en la productividad. El compromiso ambiental mejora los indicadores de proceso, como es el costo y la calidad de producto. Las firmas que escogieron mejorar su desempeño ambiental, en el tiempo, tienden a experimentar mejoras en sus recursos financieros y capacidades gerenciales.</p>			
TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
Diffusion of ISO 14001 environmental management systems in China: rethinking on stakeholders roles	Qi, G; Zeng, S; Tam, C; Yin, H; Wu, J; Dai, Z.	Journal of Cleaner Production	2011
<p><b>Resumen:</b> Se revisa la función de la certificación ISO 14001 en China, con respecto al mejoramiento del desempeño ambiental y de la imagen de la compañía frente a los</p>			

accionistas. Se concluye que los accionistas extranjeros no han tenido influencia en la difusión de dicha norma en China.			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
ISO 14001 and solid waste generation rates in us manufacturing organization: an analysis of relationship	Francetti, M.	Journal of Cleaner Production	2011
<p><b>Resumen:</b> Los costos para la eliminación o disposición de residuos influyen en la generación de residuos sólidos de empresas industriales. Uno de los beneficios más cuantificables de la certificación ISO 14001 es la disminución de residuos sólidos. Dentro de los factores que afectan la generación de residuos sólidos de una compañía se encuentran: número de empleados, existencia de la certificación ISO 14001, costos de disposición de residuos en relleno.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
How does environmental performance affect financial performance? Evidence from japanese manufacturing firms	Iwata, H; Okada, K.	Ecological Economics	2011
<p><b>Resumen:</b> Se miden índice de desperdicios y emisión de gases de invernadero como índices de desempeño ambiental y siete índices económicos para medir el desempeño financiero. Se concluye que el desperdicio no tiene influencia en los índices financieros.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Impacto de la certificación ISO 14001 en el rendimiento financiero empresarial	Heras, I. y Arana, G.	Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa	2011
<p><b>Resumen:</b> Los estudios que correlacionan un rendimiento positivo de la compañía y la gestión medio ambiental no son concluyentes. Algunos autores están a favor y otros sostienen que se puede generar un ahorro con un programa adecuado de uso de recursos y que los costos de certificación son demasiado altos.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Do firms get what	Prajogo D, Tang A,	Journal of Cleaner	2012

they want from ISO 14001 adoption? An australian perspective.	Lai , K.	Production	
<p><b>Resumen:</b> Se considera como factor interno para la implementación del SGA la reducción de costos que se obtiene. El enfoque de los motivos internos de una compañía se relaciona con la optimización en el uso de recursos, más específicamente la reducción de desperdicios, debido a una mejor utilización de recursos (energía y materias primas). Se considera que empresas australianas certificadas consiguen lo que se proponen con la implementación de la norma ISO 14001.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Are firms' voluntary environmental management activities beneficial for the environment and business? An empirical study focusing on japanese manufacturing firms	Nishitani, K; Fujii, H; Komatsu, S.	Journal of Environmental Management	2012
<p><b>Resumen:</b> Se revisan los datos en Japón para determinar si la implementación de un SGA a la vez reduce el impacto ambiental y aumenta la productividad. Se determina que el impacto de un SGA tiene un efecto débil sobre el aumento de productividad, aunque indirectamente un sistema de gestión ambiental afecta la productividad al reducir los impactos ambientales.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Creating sinergies between SMEs universities for ISO 14001 certification	Halila, F & Tell,J.	Journal of Cleaner Production	2012
<p><b>Resumen:</b> Las Pymes producen alrededor del 70% de la contaminación producida por industrias y no saben cómo implementar un sistema que tiene costos tan altos como la Norma ISO 14001. Se parte de la premisa de estudios anteriores que un SGA produce un mejor desempeño ambiental y mayores ganancias. Con la implementación de un SGA adecuado, las pequeñas empresas pueden reducir su impacto ambiental negativo al consumir menos energía y materias primas, a la vez que aumentan su responsabilidad.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Is ISO 14001 certification effective?	Tognere, R; Funchal, B; Nossa, V;	BAR – Brazilian Administration	2012



An experimental analysis of firm profitability	Teixeira, A.	Review	
<p><b>Resumen:</b> De acuerdo con los antecedentes estudiados, una certificación ISO 14001 implementada en un SGA trae como resultado una reducción de costos y un incremento en la producción. Se concluye que hay un incremento en la rentabilidad pero no se especifica debido a qué factor (aumento de ventas o mejora en la eficiencia del proceso)</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Modeling the impact of ISO 14011 on environmental performance: a comparative approach	Boiral, O; Henry, J.F.	Journal of Environmental Management	2012
<p><b>Resumen:</b> Se estudia el efecto de la ISO 14001 en el desempeño ambiental. Se encuentra que es mejor la aplicación de un modelo híbrido para la mejora del desempeño ambiental, donde se eviten las prácticas ineficientes que pueda tener la norma ISO 14001. Se considera que se pueden lograr reducciones importantes en el uso de materias primas, energía y agua utilizadas con los programas adecuados para manejo racional de recursos.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
A critical review of classification of organizations in relation to voluntary implementation on environmental management systems	Stevens, P; Batty, W; Longhurst, P; Drew, G.	Journal of Environmental Management	2012
<p><b>Resumen:</b> La ISO 14001 no es una norma que permita desarrollar un SGA con resultados claros, a pesar de ser la norma más difundida para la implementación de un SGA. Un sistema de gestión ambiental puede ser implementado y gerenciado de manera individual y arrojar resultados óptimos o por lo menos mejores que los de la ISO 14001. Se concluye que lo aprendido con respecto al manejo de energía puede ser aplicable al campo de minimización de residuos durante la implementación de un SGA. Se propone un modelo basado en los estudios sobre manejo de energía que permitan crear un SGA más apropiado y específico para cada compañía, cerrando la brecha que existe entre lo teórico y una metodología práctica para la implementación de un SGA</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
EMAS AND ISO 14001 in german industry –	Neugebauer, F.	Journal of Cleaner Production	2012

complements or substitutes?			
<p><b>Resumen:</b> EMAS es una acreditación pública mientras que ISO es una acreditación de una institución privada, que se debe comprar. Se espera que la rentabilidad de la empresa aumente debido al incremento en la eficiencia</p> <p>La implementación de la norma ISO 14001 convertida en un SGA no puede presentar mejoras continuas y esto se convierte a la larga en un objetivo relativo que se cumple en un intervalo muy pequeño.</p> <p>La norma ISO 14001 se implementa por presiones externas, mientras que EMAS se implementa más que todo por motivación interna, con el ánimo de mejorar el desempeño ambiental.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
The impact of environmental performance on firm performance: short term costs and long – term benefits?	Horváthová , E.	Ecological Economics	2012
<p><b>Resumen:</b> Se revisa el efecto del desempeño ambiental sobre el desempeño financiero en una compañía. Se encuentra que durante el primer año el desempeño ambiental tiene un efecto negativo sobre el financiero; sin embargo, a partir del segundo año, el efecto es positivo en la República Checa.</p> <p>La producción de desechos (como polución o desechos sólidos) se toma como un signo de ineficiencia económica.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
La gestión de residuos en la empresa: motivaciones para su implementación y mejoras asociadas	Tamayo, U; Vicente, M; Izaguirre, J.	Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa	2012
<p><b>Resumen:</b> El artículo trata sobre los residuos generados por las empresas y cómo lograr un tratamiento eficiente de los mismos. Una estrategia ambiental busca, entre otras cosas, reducción de costos, obtención de ventajas competitivas y eficiencia en los procesos operativos. Todas las empresas contempladas dentro del estudio tienen certificación de la Norma ISO 14001. Dentro de los residuos de mayor recuperación están: papel y cartón, envases y embalajes y líquidos y aceites.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
ISO 14001 certification in manufacturing firms: a	Zobel, T.	Journal of Cleaner Production	2012

tool for those in need or an indication of greenness?			
<p><b>Resumen:</b> Se revisan los datos ambientales de compañías que han adoptado o no la norma ISO 14001, entre los que se encuentran uso de recursos, uso de energía y desechos. Para una empresa que tiene un desempeño ambiental superior, es más fácil implementar un SGA y conseguir una certificación ISO 14001. Una empresa que comienza a mejorar su desempeño ambiental es la que decide conseguir una norma ISO 14001, por lo que la mejora en los índices de desempeño es solo una consecuencia lógica del proceso de mejora y no de la implementación de la norma ISO 14001.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Optimizing water use in the University of Sonora, Mexico	Velázquez, L; Munguia, N; Ojeda, M.	Journal of Cleaner Production	2013
<p><b>Resumen:</b> Se presenta la experiencia de la Universidad de Sonora, México, que implementó un sistema de manejo de sostenibilidad (SMS), a través de la certificación de la norma ISO 14001, por lo que logró resultados importantes en el ahorro de agua dentro del campus. Se determina que la variable consumo de agua varía positivamente en su disminución. Sin embargo, este ahorro no se ve reflejado económicamente porque las inversiones iniciales realizadas para corregir las fallas son costosas, con una recuperación a largo plazo. El SGA es un proceso de mejoramiento continuo, lo que permitió encontrar mayores mejoras conforme iba avanzando el estudio.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Exploring the impact of energy efficiency technologies on manufacturing firm performance	Ponds, M; Bikfalui, A; Llach, J; Palcic, I.	Journal of Cleaner Production	2013
<p><b>Resumen:</b> Se revisan las tecnologías de reducción de energía y su relación con la reducción de consumos en producción. Con la implementación de un SGA basado en una norma ISO 14001, se mejoran algunos índices como reducción de costos, pero no hay una relación definida entre implementación de ISO 14001 y mejora en el desempeño de una compañía.</p>			
<b>TITULO DEL ARTICULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>REVISTA</b>	<b>FECHA (AÑO)</b>
Energy efficiency of manufacturing processes: a critical review	Apostolus, F; Alexios, P; Georgios, P; Panagiotis, S; George, C.	CIRP	2013

**Resumen:** En Alemania, el 46% de la energía que se gasta en el país es consumida por el sector industrial. El precio de la energía ha subido un 100% en los últimos veinte años, lo que ha obligado a las empresas a ser más eficientes en el uso de este recurso, además de adoptar iniciativas amigables con el medio ambiente.

El problema de maximización en la eficiencia de la energía comprende muchos puntos de control, no solo el de la energía consumida en las máquinas, lo que requiere un proceso de modelamiento que tenga en cuenta parámetros tales como el tiempo de proceso.

A medida que el proceso es más rápido, es más eficiente en el consumo de energía.

Se demuestra que no es necesaria una certificación ISO 14001 para tener una disminución en la variable energía. Esta puede ser conseguida mediante otros procedimientos, como aseguran diversos autores.

TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
EMAS & ISO 14001: the differences in effectively improving environmental performance	Testa, F; Rizzi, F; Daddi, T; Gusmerutti, N; Frey, M; Iraliso, F.	Journal of Cleaner Production	2013
<p><b>Resumen:</b> La implementación de un SGA (sistema de gestión ambiental) tiene beneficios potenciales asociados a la protección ambiental y al consumo y producción sostenibles. Con la implementación de ISO 14001 se encuentran reducciones en manejo de agua y uso de materias primas, en compañías que han implementado un SGA en periodos posteriores de tres años.</p>			
TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
Consecuencias positivas de la implementación de la certificación ISO 14001 en las empresas gallegas (España)	Seijo-García, M. Filgueira-Vizoso, A; Muñoz – Camacho, E.	DYNA	2013
<p><b>Resumen:</b> Uno de los motivos para la implementación de la norma ISO 14001 en las empresas encuestadas en Galicia es la reducción de costos por minimización de los residuos. Se concluye que se produce una mejora continua en los procesos, lo que permite la afectación de otras variables estudiadas como uso de energía y materias primas.</p>			
TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
Optimization of HSE in maintenance activities by integration of continuous improvement cycle and fuzzy multivariate	Azadeh, A; Gaeini, Z; Moradi, B.	Journal of Loss Prevention in the Process Industries	2014

approach: a gas refinery			
<p><b>Resumen:</b> Se revisan programas HSE (Health, Safety &amp; Environment, por sus siglas en inglés) en una refinería de gas en Irán, así como su integración con las certificaciones OSHAS 18001 e ISO 14001. Se evalúan índices que resultan relevantes en los procesos de mejoramiento continuo, sobretodo en el área de mantenimiento. Con los puntos de control evaluados de acuerdo con la norma, se corrige la ineficiencia de los procesos. Se busca un mejoramiento continuo de la eficiencia.</p>			
TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
ISO certification, financial constraints and firm performance in latin american and caribbean countries	Ollah, B; Wei, Z; Xie, F.	Global Finance Journal	2014
<p><b>Resumen:</b> La acreditación ISO está relacionada con el tamaño de las empresas, su edad y las actividades de exportación que se realicen. El efecto benéfico de la certificación ISO 14001 se tanto para empresas públicas como privadas y es más pronunciado en empresas provenientes de países ricos más que en países pobres. Los mecanismos inherentes a la certificación ISO contribuyen a mejorar la productividad y la efectividad en el manejo de costos de las empresas certificadas</p>			
TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
Environmental management system ISO 14001: effective waste minimization in small and medium enterprises in India	Singh, M.; Bruekner, M; Padhy, P.	Journal of Cleaner Production	2015
<p><b>Resumen:</b> Se toma la minimización de residuos como un indicador de desempeño fundamental para la industria. Sin embargo, no hay evidencia que la norma ISO 14001 ayude a dicha minimización. El estudio al que se refiere este artículo encuentra que la implementación de la norma ISO 14001 ayuda a aumentar en 25% la minimización de residuos, después de controlar otros factores. ISO 14001, al aplicarse para lograr un SGA, ha comprobado ser un método efectivo para mejorar la minimización de residuos.</p>			
TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
Macroeconomic and development indexes and ISO 14001 certificates: a cross national analysis	Daddi, F; Frey, M; De Giacomo, M; Testa, F; Iraldo, F.	Journal of Cleaner Production	2015

**Resumen:** Se revisa la relación entre número de certificaciones ISO 14001 en Italia y el crecimiento en los índices económicos y de desarrollo.  
Se considera que la ISO 14001 ayuda a la reducción de costos mediante la mejora en la eficiencia en el uso de recursos como agua, energía y fuel oil.  
Un aumento en las certificaciones ISO 14001 provoca un aumento en los índices macroeconómicos para el caso italiano.

TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
Fostering renewable energy sources by standards for environmental and energy management	Laskurain, I; Heras – Saizarbitoria, I; Casadesús, M.	Renewable and Sustainable Energy Reviews	2015

**Resumen:** Un creciente grupo de empresas han adoptado un SGA (a partir de ISO 14001 y EMAS) y un sistema de manejo de energía (SME a partir de ISO 50001). Su relación positiva con el desempeño ambiental no ha sido demostrada.  
El manejo de energía comprende mediciones sistematizadas, monitoreo, control y actividades de mejoramiento encaminadas a reducir el desperdicio de energía.  
En conclusión, la implementación de un SGA produce un descenso en el uso de energía, pero las normas, en especial ISO 14001, no motivan el uso de energías renovables.

TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
Impacts of ISO 14001 adoption on firm performance: evidence from China	He, W; Liu, C; Lu, J; Cao; J.	China Economic Review	2015

**Resumen:** Un estudio sobre la implementación de la norma ISO 14001 realizado en China muestra que los beneficios financieros de la implementación de la norma son irrelevantes, debido a los altos costos de implementación.  
Una compañía que implementa la norma ISO 14001 puede desarrollar procesos de producción más eficientes, que ayudan a reducir los costos operacionales y de manejo de residuos.

TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
The relevance of innovation leadership for environmental benefits: a firm - level empirical analysis on french firms	Chassagnon, V; Haned, N.	Technological Forecasting & Social Change	2015

**Resumen:** La innovación puede tener similitud con la implementación de normas porque las pueden estar impulsadas por el deseo o la necesidad de cumplir con la legislación

ambiental.  
 El 60% de las empresas analizadas han conseguido una certificación ambiental (como ISO 14001), tienen mayor probabilidad de implementar innovaciones dentro de sus procesos. Se encuentra una relación fuerte entre política ambiental e implementación de certificaciones. También se determina una relación entre reducción de costos e innovaciones ambientales en el proceso.

TITULO DEL ARTICULO	AUTOR	REVISTA	FECHA (AÑO)
The importance of complimentary between environmental management systems and environmental innovation capabilities: a firm level approach to environmental and business performance benefits	Amores – Salvadó, J; Martínez –de - Castro, G; Navas – López,J.	Technological Forecasting & Social Change	2015

**Resumen:** La implementación del SGA se asocia con la implementación con mejoras en la eficiencia y los costos, mejor reputación y mayor compromiso de los empleados y la gerencia.  
 Un SGA tiene la capacidad de ayudar a las compañías a disminuir su impacto ambiental e incrementar la calidad de las operaciones de la compañía, coordinando las actividades encaminadas a la obtención de los objetivos ambientales, que permiten lograr eficiencias operacionales. Se concluye que un SGA juega un papel importante en el proceso de innovación porque facilita el manejo de las innovaciones ambientales del producto, ayuda a coordinar el proceso y resuelve problemas potenciales que puedan surgir.

Se revisaron diferentes artículos con el fin de tener una visión integral sobre el tema del que trata esta investigación, se hizo un seguimiento a los artículos publicados a nivel mundial sobre el tema de estudio, para determinar si los resultados podían aplicarse a nivel general, o debían ser tenidos en cuenta por países o por sectores.

La primera conclusión a la que se llegó es que la implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA), es similar para todos los estudios revisados; de acuerdo con Marimon, Llach y Bernardo (2011), la implementación de un SGA es

similar para todos los sectores de la industria. Esto permitió hacer una extrapolación sobre los estudios encontrados y la implementación de la norma ISO 14001 en el sector energético, debido a que no se encontraron artículos suficientes sobre ISO 14001 y empresas generadoras de energía. De hecho, solo se encontró un artículo relacionado con ISO 14001 y empresas generadoras de energía, que aunque no cumplía con todas las características requeridas para tenerlo en cuenta dentro de la lista de artículos estudiados, se incluyó por tener relación directa con el tema de investigación. El artículo en cuestión fue escrito por Morrow y Rondinelli en 2002 y trata sobre la implementación de la norma ISO 14001 en Alemania y su relación con las empresas del sector de generación de energía por medio de gas y carbón (Morrow y Rondinelli, 2002). En dicho artículo, se pone de presente la similaridad que se tiene entre las empresas del sector industrial y las empresas de generación de energía. Se determina que dichas empresas tienen el mismo objetivo al certificarse en una norma como la ISO 14001: lograr una estandarización de sus procesos y cumplir la legislación básicamente; con variables como los ahorros en la parte financiera, los objetivos se cumplen solo parcialmente (Morrow et al, 2002).

Con respecto a los objetivos de la investigación y el cambio de variables como consumo de agua, energía, materias primas y producción de desechos, el resultado mostró que se produce una disminución en el consumo de estas variables. Sin embargo, este ahorro no se vió reflejado a nivel financiero por los altos costos que tiene la inversión inicial y los recursos invertidos en el mantenimiento de la certificación. Por ejemplo, Velázquez, Munguía y Ojeda (2013), en el estudio que realizaron en la Universidad de Sonora, sobre ahorro en el consumo de agua después de lograr la certificación en ISO 14001, encontraron que los ahorros logrados eran más de tipo ambiental, porque el valor del metro cúbico de agua ahorrado compensaba solo en el muy largo plazo la inversión inicial realizada al buscar la certificación ISO 14001 en materia de cambio de tanques y no alcanza a compensar el costo de la renovación de la certificación ISO 14001, cada tres años.

Varios autores sostienen que la certificación de la norma ISO 14001 se obtiene solo para lograr una buena imagen ante el consumidor y ante los accionistas



(Chassagnon, y Haned, 2015), pero es poco lo que se puede lograr en materia ambiental con la aplicación de esta norma. En estudios realizados en China, Qi et al (2011) y posteriormente He et al. (2015), sostienen que aunque la presión de los consumidores internacionales y los accionistas es elevada, los resultados obtenidos fueron sido la consecuencia del esfuerzo realizado por las empresas, pero los beneficios tanto a nivel financiero como ambiental no fueron tan notorios, o fueron prácticamente irrelevantes.

Con respecto a las variables que son motivo de este estudio, se puede decir que los resultados obtenidos son en algunos momentos contradictorios: por un lado, varios autores señalaron que las variables revisadas en esta investigación son de carácter ambiental y por lo tanto van a presentar mejoras sustanciales y, por otro lado, otros autores sostuvieron que las variables no presentaron mejoras sustanciales y, por lo contrario, sus resultados se pueden ver opacados por otras variables como el diseño del producto hacia una menor contaminación (Hishitani, 2013). Sin embargo, son mayoría los autores que presentan en sus estudios mejoras en las variables ambientales.

La norma ISO 14001 algunas veces fue implementada por las empresas como una forma de complacer a los consumidores y accionistas; éstos consideran que una certificación en la norma ISO 14001 asegura que la institución que la cumple está preocupada por el medio ambiente y toma acciones para cuidarlo (Ollah, 2014; Boiral, 2012).

La norma ISO 14001 es una norma que mantiene divididas las opiniones, debido a que hay investigadores que dicen que la norma ayuda a mejorar los índices ambientales (Seijo - García, 2013), pero hay otros que sostienen que al no tener como objetivos principales la mejora del medio ambiente, puede ayudar a corregir los procedimientos, pero su influencia sobre la mejora ambiental es muy baja (Zobel, 2012). Sin embargo, es mucho más sencillo hacer una implementación de una norma ISO 14001 cuando se ha realizado la implementación de la norma ISO 9001 en una empresa, debido a la similitud en sus procesos de implementación. Lo mismo sucedió con la implementación de una Norma EMAS (Neugebauer, 2012).

De acuerdo con Marimon y Llach (2011), la norma ISO 14001 tuvo un desarrollo similar en todos los sectores industriales en los que fue implementada. A nivel de este sector, los pasos que se siguieron para esta implementación, así como las motivaciones que se tuvieron al buscar una certificación de la norma, son muy similares. Lo que puede variar es la implementación de la norma en cada país teniendo en cuenta que a nivel nacional lo que más puede influir es la legislación vigente en el momento (Clarkson, 2011). Por ejemplo en Alemania, para su implementación, las empresas solo tienen su motivación sobre el cuidado del medio ambiente, debido a que la legislación es muy estricta (Apostolos, 2013).

Con respecto al cuidado del medio ambiente, existe una discusión, sobre todo en Europa, sobre qué norma produce un mayor cuidado del medio ambiente, ISO 14001 o EMAS. La EMAS solo funciona a nivel de Europa y es gratuita. Produce cambios en el medio ambiente, es más estricta sobre la información que puede ser visible al público y tiene mayores alcances que la norma ISO 14001 (Neugebauer, 2012; Testa, 2013), a nivel de índices ambientales como los que son estudiados en esta investigación (agua, energía, materias primas y producción de residuos).

Neugebauer (2012), considera que la norma EMAS es implementada por compañías comprometidas con el medio ambiente, mientras que aquellos que implementan la norma ISO 14001 responden más a presiones externas, preocupándose más por su imagen ante los inversionistas y el consumidor.

Zobel (2012) y Stevens (2012), son algunos de los investigadores que están de acuerdo con esta hipótesis, porque de acuerdo con un estudio de su autoría, los índices ambientales como los que se analizan en esta investigación pueden ser modificados con un programa de reducción de materias primas y mejora en la eficiencia, que no obligatoriamente debe estar relacionado con la norma ISO 14001. Es necesario aclarar que Zobel también está de acuerdo en que las empresas que tienen unos índices ambientales muy pobres (agua potable, energía, materias primas y producción de residuos), buscan más la certificación en la norma ISO 14001 y las que obtienen también mayores beneficios.

La implementación de la norma no es una tarea fácil y muchas veces no es una acción que produzca réditos para la empresa que la está implementando, ni mejoras en su desempeño financiero (Clarkson, 2011; Iwata, 2011); aunque se producen ahorros en variables como uso de agua potable, energía, materias primas y producción de residuos, al final estos ahorros se ven compensados por el valor inicial de las modificaciones realizadas y los costos de mantenimiento de la certificación cada tres años (Velázquez, 2013).

Es por esto que no se encuentra relación concluyente entre la implementación de la norma ISO 14001 y el desempeño financiero de una empresa, por lo menos en el primer periodo contable revisado (Horváthová, 2012). Es necesario tener en cuenta factores adicionales como incremento de la calidad del proceso operacional de la compañía, ventajas competitivas, disminución de costos, mejora de la competitividad (Amores –Salvadó, 2015) y apertura de nuevos mercados (Qi, 2011).

Por estas mismas razones, no se encuentra relación entre el número de certificaciones ISO 14001 y el desempeño financiero de una región (Testa, 2012; Daddi, 2015).

Al ser una norma basada en los procesos, la norma ISO 14001 ayuda a corregir las falencias presentadas en la polución (tomada como producción de desechos, ya sean sólidos o gaseosos) (Francetti, 2011, Tamayo, 2012). Estos desechos son considerados como ineficiencias en el proceso (Iwata, 2011) y pueden ser corregidos con la implementación de la norma en estudio.

Sin embargo, de acuerdo con Nishitani (2012), un SGA implementado a partir de la norma ISO 14001 puede traer mejoras en la eficiencia de procesos (uso de agua, materia prima, energía y producción de residuos), pero puede traer menos resultados positivos si se compara con un rediseño eficiente de un producto.

De acuerdo con los expresado por Zobel (2012), sobre la teoría de que los mayores productores de ineficiencias a nivel de procesos son los que implementan con mayor rapidez la norma ISO 14001, se debe hacer un plan para que las empresas que contaminen tomen en consideración la puesta en marcha de un SGA,

especialmente las pequeñas y medianas empresas (Pymes), debido a que son ellas las que producen casi el 70% de contaminación total de los países en desarrollo , como es el caso de la India (Singh et al, 2015).

Es más, existen procesos más eficientes encaminados a la reducción en el uso de variables ambientales relevantes (como las contempladas en este estudio), como es el caso de la energía, debido por ejemplo a que una implementación de la norma ISO 50001 produce mayores ahorros prácticos en esta variable (Pons et al, 2013). Cabe anotar que la norma ISO 50001 no contempla ni fomenta el uso de energías alternativas que produzcan una mayor sostenibilidad en el largo plazo (Laskurain et al, 2015).

Como se dijo anteriormente, la implementación de la norma ISO 14001 no es un proceso sencillo. Es un proceso complejo, que demanda muchas veces experiencia y un capital económico considerable (Horváthová, 2012). Es por esto que Halila y Tell (2012), proponen una sinergia donde las empresas se apalanquen en el conocimiento de las universidades para hacer el proceso de implementación y certificación menos tortuoso y costoso.

Finalmente, cabe resaltar que aunque las opiniones pueden ser contradictorias: de acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, se puede concluir que con la implementación de la norma ISO 14001 se encuentran mejoras en la disminución del uso de agua potable, energía, materia prima y reducción y disposición de residuos (en especial los sólidos, que son objetivo de esta investigación), debido a que estas son consideradas variables ambientales que tienen un seguimiento detallado durante el proceso de certificación y por lo tanto susceptibles de mejora continua. Sin embargo, es necesario hacer dos aclaraciones: la primera, no es la única manera de obtener una mejora en dichas variables, debido a que un SGA eficiente puede ser implementado con o sin la ayuda de esa norma y aún así, cumplir el objetivo para el cual fue diseñado. La segunda aclaración tiene que ver con conclusiones a las que se ha llegado durante el desarrollo de este estudio, como es que si bien se producen mejoras en las variables ambientales que son objeto de esta investigación -y eso ha quedado demostrado en la bibliografía

revisada-, la reducción en los costos de producción y la mejora en la eficiencia se ven compensadas con los altos costos de inversión inicial en la implementación de la norma ISO 14001 (asesoría inicial, implementación de cambios y mejoras) y mantenimiento de la certificación (cada tres años) en los que se incurre de manera permanente.

#### CASO ESTUDIO: COMPAÑÍA ELECTRICA EN COLOMBIA CON CERTIFICACION ISO 14401

El caso de estudio a nivel nacional que se toma para determinar si lo revisado a nivel mundial tiene aplicación a nivel de Colombia es el de la empresa Emgesa S.A, ESP, compañía generadora de energía eléctrica a nivel nacional. En el centro del país, cerca de Bogotá, dicha empresa maneja plantas de generación hidráulica de energía eléctrica, que son las que han sido estudiadas en esta investigación.

El proceso de implementación de la norma ISO 14001 en Emgesa comenzó en los años 2003 y 2004. El primer paso dado en este sentido fue el de contratar la ayuda de una compañía de consultoría externa especializada en ISO 14001. Esta asesora determinó los puntos en los que la empresa generadora presentaba debilidades en función de la norma ISO 14001. Después de esta determinación de puntos críticos, la empresa comenzó a hacer los cambios planteados con miras al montaje del SGA y la certificación ambiental. Esta primera etapa o etapa inicial requirió de reuniones semanales del comité de implementación nombrado al inicio del proceso. Estas reuniones contaban con la participación de los integrantes principales y, algunas veces, con la colaboración de otros trabajadores. Los comités se dividieron en plantas, es decir, cada planta contaba con su propio comité, debido al tamaño de la empresa, y estaba conformado en forma interdisciplinaria, de manera que los conceptos de la norma fueran abarcados integralmente. Dentro de estas mismas reuniones se revisaron las debilidades y puntos de corrección a nivel ambiental y la matriz de aspectos e impactos ambientales. Los cambios y ajustes requeridos se realizaron en diversas áreas de trabajo, no solo en el área de

infraestructura, sino también en las áreas de capacitación, generación, administración y de procesos.

Al comenzar Emgesa su proceso de implementación de la norma ISO 14001 para lograr la certificación, se debieron realizar varios cambios en diversas áreas de trabajo. A nivel civil, se realizaron construcciones completas como la PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales) para tratamiento de aguas residuales, o se hicieron reformas menos completas como la adecuación de la zona de almacenamiento de aceites. A nivel de documentación, se diseñaron formatos para recolección de datos sobre variables ambientales y documentación técnica (diseño de fichas técnicas, estandarización de procedimientos, protocolos, etc.). A nivel de recurso humano, se realizaron primero charlas informativas sobre el proceso que se había comenzado y posteriormente capacitaciones sobre la norma en específico y sobre los cambios generados a partir de dicha implementación.

El proceso de montaje del SGA a partir de la norma ISO 14001 se demoró aproximadamente año y medio en las plantas estudiadas. La certificación para las plantas fue obtenida en forma escalonada, con certificación de algunas plantas en 2006 y una recertificación para la compañía a nivel general en 2008. La certificación en la norma en cuestión fue buscada por la compañía con el mismo objetivo observado en las empresas generadoras de energía a nivel internacional, es decir, para cumplir con la legislación ambiental vigente, evitando así multas y sanciones por dicho concepto.

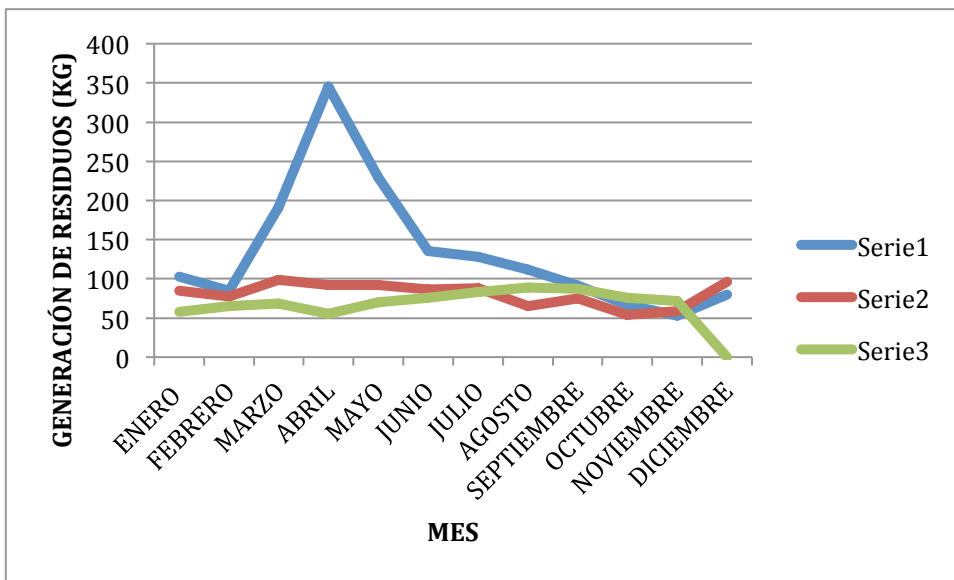
Dentro de las variables controladas en el proceso, se contemplaron básicamente consumo de agua potable y generación y disposición de residuos sólidos. El consumo de energía no fue cuantificado, debido a que la planta es generadora de energía. El agua utilizada para generación no se cuantificó como variable controlada, debido a que el proceso de generación hidráulica no es un proceso destructivo de su materia prima, es decir, del agua utilizada en generación.

Después de la implementación y al estudiar los datos generados a partir de los formatos de control, se encontró una disminución en el consumo de las variables estudiadas. Un dato relevante en este proceso es que la toma de datos permite

detectar las fallas y corregirlas. Por ejemplo, si un dato del consumo de agua potable se encuentra por fuera de los límites normales, la persona encargada del procesamiento de la información hace el comentario a los responsables, quienes buscan la causa del dato anómalo. Al hallarla, generan la corrección y controlan la pérdida. Así mismo, los trabajadores se convierten en detectores de fallas, lo que permite generar un ahorro permanente con respecto a las variables controladas. Esto es posible en la medida en que la concientización y capacitación de los actores involucrados en el proceso se vea reforzado continuamente y arroje los resultados esperados.

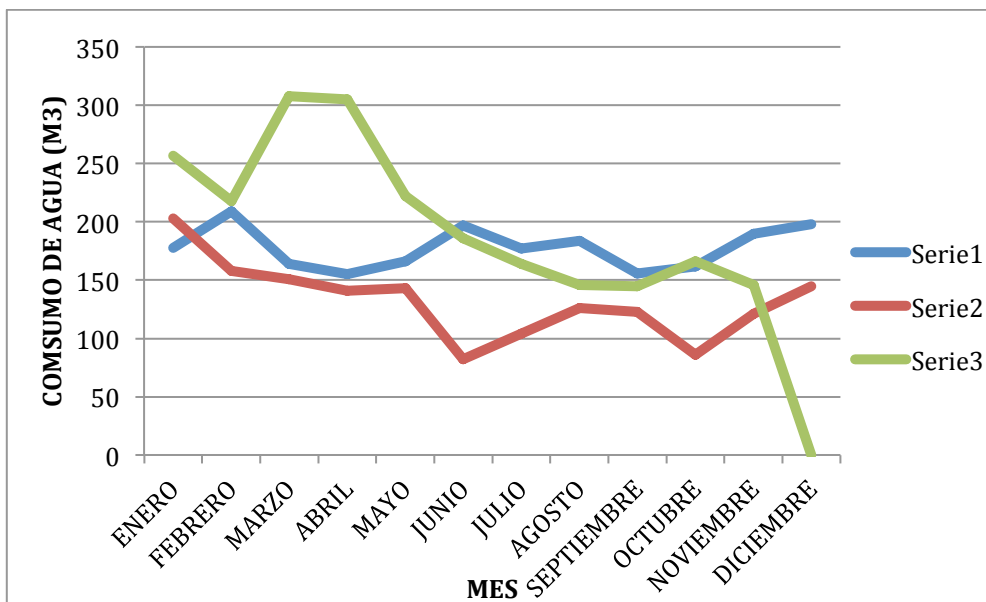
Al estudiar los resultados generados a partir de la recolección de datos requeridos por la norma ISO 14001, se encuentran las siguientes gráficas:

**Grafica 1. Generación de residuos para los años 2008, 2009 y 2010**



Fuente: Construcción propia

**Gráfico 2. Consumo de agua potable para los años 2008, 2009 y 2010**



Fuente: Construcción propia

Para la generación de residuos, es evidente que los residuos generados se reducen cada año, sobre todo entre la serie 1 (2008) y la serie 3 (2010), lo que está de acuerdo con lo dicho por autores como Nishitani (2012), que sostienen que la generación de residuos revela una ineficiencia dentro del proceso. La serie 2 corresponde a los consumos del año 2009.

Para el consumo de agua potable, no existe relación entre lo encontrado en Emgesa y lo revisado bibliográficamente, debido a que el consumo de agua aumentó para la serie 1 (2010), con respecto a la serie 2 (2009) y la serie 3 (2008), sobre todo en los primeros meses del año. A final de año, el consumo de agua potable cayó drásticamente, debido tal vez a las correcciones hechas dentro del sistema.

Para la disposición de residuos, se contrató una empresa especializada en el tema para dicha función. Como se dijo antes, se produjo una disminución en la generación de residuos y por lo tanto en su necesidad de disposición. Esto corrobora lo encontrado en los artículos revisados para el cumplimiento del primer objetivo de esta investigación (Nishitani, 2012; Horváthová, 2012), en donde algunos de los autores revisados consideran que la excesiva generación de residuos demuestra que el proceso no se maneja en forma eficiente.



Con respecto a la generación de residuos en la compañía eléctrica estudiada, en las plantas de generación hidroeléctrica donde se obtuvieron los datos, los residuos se dividen en aprovechables y no aprovechables. A partir de la implementación del SGA en la compañía se empezó a separar los residuos en esta clasificación y esto permitió hacer un aprovechamiento de los residuos sólidos que lo permitían. Así mismo, a partir del SGA se comenzó una disposición técnica de los residuos no aprovechables, que de todas maneras fueron disminuyendo en cantidad después de la implementación mencionada. Los residuos se dividieron en No peligrosos (aprovechables y no aprovechables) y peligrosos (aprovechables y no aprovechables).

Se construyó también la matriz de monitoreo y seguimiento en donde se determinaron las variables que se iban a controlar, los puntos de control, la frecuencia, el parámetro que se quería controlar, las unidades de medida, el responsable de la medición, el método de análisis al que iba a ser sometido y el formato en el que debía consignarse la información.

Las variables elegidas para su control fueron: consumo de agua potable, producción de residuos sólidos, emisiones, manejo y uso de productos peligrosos y relaciones con la comunidad. Los controles se aplicaron de acuerdo al proceso productivo de cada planta.

Con respecto al manejo de las variables ambientales y el recurso humano, se diseñan programas de capacitación teniendo como marco de referencia la política ambiental de la Compañía; dichos programas tienen en cuenta la función de cada uno de los trabajadores dentro del SGA y tratan de encaminar sus esfuerzos hacia un mayor compromiso y mejor comprensión del trabajador con respecto a su función frente al medio ambiente, traducida en un análisis acertado de los problemas ambientales de su sección.

Al hablar de su inversión inicial, revisando los datos correspondientes a las inversiones requeridas en las plantas donde se realiza la investigación, se encuentra que se realizaron varias inversiones en 2007, entre las que se cuentan compras de equipos para control de olores y obras en el embalse, que entre las dos suman

aproximadamente quinientos millones de pesos, sin contar otros valores, como las obras civiles de adecuación y la construcción de una PTAR. Como se ve, estas inversiones iniciales son altas, lo que corrobora lo encontrado en la literatura donde se asegura que la norma ISO 14001 es una norma que produce ahorros en determinadas variables específicas, pero no afecta positivamente el desempeño financiero de una compañía, debido a que los ahorros se compensan con los altos valores de inversión inicial y del mantenimiento de la certificación (Heras – Sazarbaitoria et al. 2010; Heras, 2011; He et al, 2015; Horváthová, 2012, Velázquez, 2013).

Estos valores no tienen en cuenta el costo hora-hombre de las personas involucradas en la implementación, ni las actividades menores que se realizaron para lograr la implementación del SGA. Se considera que la inversión inicial en Emgesa para las plantas motivo de estudio fue de aproximadamente cuatro mil seiscientos millones de pesos.

Además de los costos de mantener la certificación ISO 14001 cada tres años, la empresa tiene un presupuesto estimado de doscientos setenta y cinco millones anuales para actividades ambientales en las plantas estudiadas, sin tener en cuenta la inversión que se realiza en el sector social y relaciones con la comunidad, lo que está fuera del alcance de este estudio.

## CONCLUSIONES

Para contestar la pregunta de investigación, las variables que se afectan positivamente en términos de eficiencia en las empresas del sector energético a nivel de generación hidráulica son el consumo de agua potable y la generación de residuos. No existe un consumo de materia prima debido a que el agua utilizada en el proceso productivo es reutilizable. El consumo de energía no se toma como variable por ser el producto final del proceso.

El análisis arroja un aumento de eficiencia a nivel productivo de la empresa energética estudiada.

De acuerdo con lo revisado, tanto a nivel bibliográfico como práctico, se puede decir que las variables motivo de revisión en este estudio (consumo de

materia prima, energía y agua potable y generación de residuos), sí se ven afectadas positivamente en la disminución de su consumo y/o en su generación al hacer una implementación de un sistema de gestión ambiental mediante la implementación de la norma ISO 14001; la disminución de estas variables permite mejorar la eficiencia en el proceso productivo. Sin embargo, esta disminución no produce una mejora en el desempeño ambiental debido a los altos costos de la inversión inicial y el sostenimiento de la certificación.

Comparando lo que se encontró en la literatura con lo hallado a nivel práctico en la empresa de generación de energía eléctrica caso de estudio, se encuentra que se cumplen algunos de los conceptos revisados: la generación de residuos disminuye con el transcurso de los años, lo que produce una mejora en la eficiencia, aunque llega a un punto donde los ahorros llegan a cero, es decir, la curva se estabiliza. Adicionalmente, el uso de agua potable se hace más eficiente, pero dicho consumo puede presentar aumentos en su valor total debido al aumento en la producción.

Se deja para estudios posteriores la revisión de otros factores afectados con la certificación de la Norma ISO 14001, como el factor social y las relaciones con la comunidad afectada y el comportamiento de las variables estudiadas en el largo plazo, cuando la disminución en sus consumos tienda a cero.

## BIBLIOGRAFIA

ALONSO - PAULI, E. y ANDRE, F. Standardized environmental management systems as an internal management tool. *Resource and Energy Economics* 40 (2015) pp. 85 -106.

AMORES – SALVADO, J. Martín de Castro, G y Navas-López, J. The importance of complementarity between environmental management systems and environmental innovation capabilities : A firm level approach to environmental and business performance benefits. *Technological forecasting and social change* 96 (2015) pp. 288 -297.

APOSTOLUS, F; Alexios, P; Georgios, P; Panagiotis, S; George, C. Energy efficiency of manufacturing processes: a critical review. CIRP 7 (2013) 628 – 633; disponible en [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

AZADEH, A; Gaeini, Z; Moradi, B. Optimization of hse in maintenance activities by integration of continuous improvement cycle and fuzzy multivariate approach: a gas refinery. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 32 (2014) 415 – 427

BARDE, J – Ph, 1995. Environmental policy and instruments. In: Folmer, H. Gabel, L.H., Opschoor, H. (Eds), Principles of Environmental and Resource Economics. Edward Elgar, London, pp. 201 – 227.

BOIRAL, O; Henry, J.F. Modeling the impact of ISO 14011 on environmental performance: a comparative approach. Journal of Environmental Management 99 (2012) 84 – 97

CAMPOS, L. et al. Environmental performance indicators: a study on ISO 14001 certified companies. Journal of Cleaner Production 99. 2015. pp 286 -296.

CAMARA DE ZARAGOZA. Consultado en <http://www.camarazaragoza.com/faq/diferencias-fundamentales-entre-iso-14001-y-reglamento-emas/>

CHASSAGNON, V; Haned, N. The relevance of innovation leadership for environmental benefits: a firm - level empirical analysis on french firms. Technological Forecasting & Social Change 91 (2015) 194 – 207

CLARKSON, P; Li, Y; Richardson, G; Vasvari, F. Does it really pay to be green? Determinants and consequences of proactive environmental strategies. J. Account Public Policy 30 (2011) 122 – 144

CLEMENTES, R. 1997. Guía completa de las normas ISO 14000. Ed. Gestión 2000 SA. Barcelona. 345 p

DADDI, F; Frey, M; De Giacomo, M; Testa, F; Iraldo, F. Macroeconomic and development indexes and ISO 14001 certificates: a cross national analysis. Journal of Cleaner Production (2015) 1-10 Aceptado

DE OLIVEIRA, J; Serra, J; Salgado, M. Does ISO 14001 work in brazil? Journal of Cleaner Production 18 (2010); 1797 – 1806

FAO. Consultado en <http://www.fao.org/docrep/007/ad818s/ad818s08.htm> en agosto de 2015

FRANCETTI, M. ISO 14001 and solid waste generation rates in us manufacturing organization: an analysis of relationship. Journal of Cleaner Production 19 (2011) 1104 – 1109

GIACOBAZZO, Paula. 2010. Encontrado en <http://www.monografias.com/trabajos62/normas-iso/normas-iso.shtml>.

HALILA, F; Tell, J. Crating synergies between SMEs and universities for ISO 14001 certification. Journal of Cleaner Production 48 (2013) 85 – 92

HE, W; Liu, C; Lu, J; Cao; J. Impacts of ISO 14001 adoption on firm performance: evidence from China. China Economic Review 32 (2015) 43 – 56

HERAS – SAIZARBOTORIA, I; Arana, G. Impacto de la certificación ISO 14001 en el rendimiento financiero empresarial. Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa 14 (2011) 112 -122

HERAS – SAIZARBITORIA, I; Molina – Azorín, F; Dick, G. ISO 14001 certification and financial performance: selection –effect versus treatment – effect. Journal of Cleaner Production 19 (2011) 1 -12

HERNANDEZ S., R. Metodología de la investigación. 2010. Mc Graw Hill. 5 ed. Cap. 3,6,7,8,9,10,11.

HORVATHOVA, E. Does environment performance affect financial performance? A meta – analysis. Ecological Economics 70 (2010) 52 -59

HORVATHOVA, E. The impact of environmental performance on firm performance: short term costs and long term benefits? Ecological Economics 84 (2012) pp. 91-97.

ICESI. NORMA ISO 14001. ICONTEC. Consultado en [http://www.icesi.edu.co/blogs/gestionintegralindustrial/files/2011/09/ISO-14001\\_ICONTEC1.pdf](http://www.icesi.edu.co/blogs/gestionintegralindustrial/files/2011/09/ISO-14001_ICONTEC1.pdf)

ICONTEC. Norma técnica colombiana NTC – ISO 14001. Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos para su uso. Bogotá. 2004. 38pp.

ISO. Normas Internacionales y “normas privadas”. 2010. Encontrado en [www.iso.org](http://www.iso.org) en octubre de 2015

IWATA, H; Okada, K. How does environmental performance affect financial performance? Evidence from Japanese manufacturing firms. *Ecological Economics* 70 (2011) 1691 -1700

LASKURAIN, I; Heras – Saizarbitoria, I; Casadesús, M. Fostering renewable energy sources by standards for environmental and energy management. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 50 (2015) 1148 – 1156

MARIMON, F; Llach, J; Bernarndo, M. Comparative analysis of diffusion of the ISO 14001 standard by sector of activity. *Journal of Cleaner Production* 19 (2011) 1734 – 1744

MEDELLIN R., F. 2007. Diseño de una guía para la implementación de un sistema de gestión ambiental según la norma técnica colombiana NTC – ISO 14001:2004 para el sector de productos lácteos. Caso planta Funza Colanta. Universidad de la Salle. Bogotá.. Pp.12-30

MOHAMED, S. The impact of ISO 14001 on developing world businesses. *Renewable Energy* 23 (2001) 579 -584

MORROW, D. y RONDINELLI, D. Adopting corporate environmental management systems: motivations and results of ISO 14001 and EMAS certification. *European Management Journal*. V20. No.2. pp.159-171. 2002

NEUGEBAUER, F. EMAS and ISO 14001 in German industry – complements or substitutes?. *Journal of cleaner production*. 37. 2012. pp. 249-256.

OLLAH, B; Wei, Z; Xie, F. ISO certification, financial constraints and firm performance in Latin American and Caribbean countries. *Global Finance Journal* 25 (2014) 203 – 228

NISHITANI, K; Fujii, H; Komatsu, S. Are firms' voluntary environmental management activities beneficial for the environment and business? An empirical

study focusing on japanese manufacturing firms. *Journal of Environmental Management* 105 (2012) 121-130

PEREZ U., R.; BEJARANO, A. Sistema de gestión ambiental: serie ISO 14001. *Revista EAN* No. 62. Enero – abril de 2008. Bogotá. P 89-106

PONDS, M; Bikfalui, A; Llach, J; Palcic, I. Exploring the impact of energy efficiency technologies on manufacturing firm performance. *Journal of Cleaner Production* 52 (2013) 134 – 144

PRAJOGO, D; Tang, A; Lai, K. Do firms get what they want from ISO 14001 adoption? An australian perspective. *Journal of Cleaner Production* 33 (2012) 117 - 126

QI, G; Zeng, S; Tam, C; Yin, H; Wu, J; Dai, Z. Difussion of ISO 14001 environmental management systems in china: rethinking on stakeholders roles. *Journal of Cleaner Production* 19 (2011) 1250 - 1256

RIDOLFI, R; Andreis, D.; Panzieri, M; Ceccherini, F. The application of environmental certification in the Province of Siena. *Journal of Environmental Management* 86 (2008) 390 – 395

SEIJO-GARCÍA, M. Filgueira-Vizoso, A; Muñoz – Camacho, E. Consecuencias positivas de la implementación de la certificación ISO 14001 en las empresas gallegas (España). *DYNA*, Vol 80, num. 177. 2013, pp. 13 -21

SINGH, M.; Bruekner, M; Padhy, P. Environmental management system ISO 14001: effective waste minimization in small and medium enterprises in India. *Journal of Cleaner Production* 102 (2015) 285 -301

STEVENS, P; Batty, W; Longhurst, P; Drew, G. A critical review of classification of organizations in relation to voluntary implementation on environmental management systems. *Journal of Environmental Management* 113 (2012) 206 -212

SU, Dhanorkar y Linderman. A competitive advantage from the implementation timing of ISO management standards. *Journal of Operations Management*, 37 (2015), pp 31-44.

TAMAYO, U; Vicente, M; Izaguirre, J. La gestión de residuos en a empresa: motivaciones para su implementación y mejoras asociadas. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa 18 (2012) 216 – 227

TESTA, F; Rizzi, F; Daddi, T; Gusmerutti, N; Frey, M; Iraliso, F. EMAS & ISO 14001: the differences in effectively improving environmental performance. Journal of Cleaner Production 68 (2013) 165 -173

TOGNERE, R; Funchal, B; Nossa, V; Teixeira, A. Is ISO 14001 certification effective? an experimental analysis of firm profitability. BAR – Brazilian Administration Review 9 (2012), 78 -94

VARGAS B. C. 2002. Efecto de la Certificación ISO 14001 en el desempeño ambiental de las organizaciones: caso estudio industrias de la república de Colombia. University of Wales. Pp.8-20

VELÁZQUEZ, L; Munguia, N; Ojeda, M. Optimizing water use in the University of Sonora, Mexico. Journal of Cleaner Production 96 (2013) 83 – 88

ZOBEL, T. ISO 14001 certification in manufacturing firms: a tool for those in need or an indication of greenness? Journal of Cleaner Production 43 (2013) 37 – 44

[www.mincit.gov.co](http://www.mincit.gov.co). Consultado el 1 de sep. de 15

[www.colanta.com.co](http://www.colanta.com.co). Consultado el 1 de sep. de 15

[www.normasapa.com](http://www.normasapa.com). Consultado el 1 de sep. de 15

([www.upme.gov.co/guía\\_ambiental](http://www.upme.gov.co/guía_ambiental)).

<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>. Consultado en septiembre de 2015

([www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)). Consultado del 10 al 13 de septiembre de 2015

<http://www.fenavi.org/images/stories/estadisticas/article/1740/3221.pdf>. Consultado el 23 de octubre de 2015