

# GUÍA DOCENTE: INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL BASADOS EN LOS REQUISITOS DE LA ISO 14001 DE 2015



COLECCIÓN MATERIAL DOCENTE INGENIERÍAS



Nelson Emilio Paz Ruiz. Docente del programa de Ingeniería Industrial de Unicomfacauca en la ciudad de Popayán. Ingeniero Biomédico e Industrial y Magister en Ingeniería Industrial de la Universidad ICESI.



Zuly Yuliana Delgado Espinosa. Docente del programa de Diseño Industrial de Unicomfacauca en la ciudad de Popayán. Química de la Universidad del Cauca y Docetora en Ciencias Exactas Área Química Universidad Nacional de la Plata Argentina.





# **GUÍA DOCENTE: INSTRUMENTOS PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL BASADOS EN LOS REQUISITOS DE LA ISO 14001 DE 2015**

Nelson Emilio Paz Ruiz  
Zuly Yuliana Delgado Espinosa



Catalogación en la publicación – Biblioteca Nacional de Colombia

Paz Ruiz, Nelson Emilio. Delgado Espinosa, Zuly Yuliana.

Guía docente: instrumentos para la gestión ambiental basados en los requisitos de la ISO 14001 de 2015 / Nelson Emilio Paz Ruiz, Zuly Yuliana Delgado Espinosa.

---1ª ed.--- Popayán: Sello editorial Unicomfacaucá, 2022.

p. 67

Contiene datos de los autores.

ISBN (Digital): 78-958-53187-9-3

Guía docente: instrumentos para la gestión ambiental basados en los requisitos de la ISO 14001 de 2015

© Corporación Universitaria Comfacaucá – Unicomfacaucá

© Autores: Nelson Emilio Paz Ruiz, Zuly Yuliana Delgado Espinosa

Primera edición en español

Sello Editorial Unicomfacaucá, septiembre de 2022

ISBN Digital: 78-958-53187-9-3

Diseño Editorial: Sello Editorial Unicomfacaucá – Corporación

Universitaria Comfacaucá - Unicomfacaucá

Corrección de Estilo: La Peregrina Estudio – larailustracion@gmail.com

Diagramación: La Peregrina Estudio – larailustracion@gmail.com

Editor General de Publicaciones: Julio Eduardo Mejía Manzano

Sello Editorial Unicomfacaucá

Calle 4ta # 8-30 Centro Histórico

Popayán, Colombia

Teléfono: 602 8386000 Ext. 118

[www.unicomfacaucá.edu.co/investigacion/sello-editorial/](http://www.unicomfacaucá.edu.co/investigacion/sello-editorial/)



Licencia Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5 CO)

# Contenido

|                                                                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Resumen</b>                                                                                                        | <b>9</b>  |
| <b>Introducción</b>                                                                                                   | <b>10</b> |
| <b>Fundamentación teórica</b>                                                                                         | <b>11</b> |
| <b>Fundamentación metodológica</b>                                                                                    | <b>13</b> |
| <b>Fundamentación curricular y didáctica</b>                                                                          | <b>13</b> |
| <b>Capítulo 1: Generalidades de la gestión ambiental</b>                                                              | <b>14</b> |
| · Desarrollo sostenible o sustentable                                                                                 | 14        |
| · Teorías de las tres dimensiones del concepto de desarrollo sostenible                                               | 14        |
| · Gestión ambiental                                                                                                   | 18        |
| · Sistema de gestión ambiental                                                                                        | 19        |
| · Las ISO 14000 y los diferentes sistemas de gestión ambiental                                                        | 19        |
| · Norma ISO 14001                                                                                                     | 24        |
| · Cómo implementar un sistema de gestión ambiental                                                                    | 25        |
| · Características de un sistema de gestión ambiental ISO 14001                                                        | 26        |
| · Relación de la ISO 14001 y la ISO 9001                                                                              | 27        |
| · Ejercicio 1                                                                                                         | 27        |
| <b>Capítulo 2: Herramienta de diagnóstico</b>                                                                         | <b>28</b> |
| · PESTEL                                                                                                              | 28        |
| · Ejercicio 2                                                                                                         | 31        |
| · Herramienta de diagnóstico                                                                                          | 37        |
| <b>Capítulo 3. Análisis de ciclo de vida</b>                                                                          | <b>39</b> |
| · Antecedentes                                                                                                        | 39        |
| · Norma ISO 14040                                                                                                     | 40        |
| · Etapas del análisis de ciclo del vida                                                                               | 40        |
| · Relación entre la norma ISO 14040 (análisis del ciclo de vida) y la norma ISO 14001 (sistemas de gestión ambiental) | 44        |
| · Identificación de aspectos e impactos medioambientales                                                              | 44        |
| · Análisis de la situación actual                                                                                     | 45        |
| · Ejercicio 3                                                                                                         | 49        |
| <b>Capítulo 4: Simulación</b>                                                                                         | <b>51</b> |
| · Ejercicio 4                                                                                                         | 62        |
| <b>Referencias</b>                                                                                                    | <b>63</b> |





## RESUMEN

El presente texto tiene como objetivo servir como una guía de clase para la asignatura de Gestión ambiental y Producción más limpia bajo la norma técnica colombiana NTC ISO 14001 versión 2015. En ese sentido, se desarrollan herramientas para el cumplimiento de los requisitos de la norma y se presentan estudios de caso y ejercicios prácticos para su desarrollo.

Los capítulos están conformados por una fundamentación teórica, y se tienen en cuenta los capítulos de la Norma ISO desde los requisitos exigibles que son los siguientes: contexto de la organización, liderazgo y participación de los trabajadores, planificación, apoyo, operaciones, evaluación del desempeño, y mejora.

Esta guía tiene especial relevancia porque está basada en una estructura de alto nivel para ser compatible con las demás Normas ISO y las herramientas para el cumplimiento de los requisitos están alineadas con los demás modelos de sistemas de gestión.

En el capítulo uno se presentan los conceptos y generalidades de la gestión ambiental, en el capítulo dos se desarrollan las herramientas de diagnóstico del sistema de gestión y en tercer capítulo se abordan los aspectos e impactos ambientales analizando su ciclo de vida y para terminar se presenta el cuarto capítulo donde se describe la herramienta Simapro para desplegar modelos de simulación.

**Palabras clave:** aspecto ambiental, impacto ambiental. ciclo de vida, desarrollo sostenible.

## INTRODUCCIÓN

Este documento se encuentra orientado a facilitar la comprensión y aplicación de los instrumentos para la gestión ambiental en el ámbito pedagógico, con base en los requerimientos de la norma internacional ISO 14001 de 2015. Esta guía fue desarrollada pensando en las necesidades específicas de los docentes y la comunidad académica en general, que esté vinculada o quiera incursionar en el ámbito de la implementación de programas de gestión ambiental. La estructura general de este proyecto comprende explicaciones de conceptos básicos de sistemas de gestión ambiental, principios característicos para la implementación y posterior certificación en la organización, así como estudios de casos de empresas reales (Massolo, 2015).

La problemática ambiental hace necesaria la adopción de distintas soluciones en diferentes niveles. En primer lugar, corresponde a los individuos quienes son los responsables de limitar consumos y ahorrar recursos. En un segundo nivel están las empresas, que deben comprometerse a reducir al máximo la contaminación que su actividad provoca, de esta manera la organización va a mejorar la calidad ambiental que genera la elaboración de sus productos y la prestación de sus servicios. Finalmente, se encuentran las administraciones, que se encargan de implementar y regular un sistema que sea ambientalmente respetuoso.

Para que ocurra el desarrollo de una actividad, entramos en el contexto de economía, y actualmente una organización no puede dejar de lado o tratar por separado los conceptos de medio ambiente y desarrollo. Si lo pensamos un poco el medioambiente tiene una relación directa al desarrollo económico, y el desarrollo económico ha afectado de forma proporcional al deterioro y destrucción de los recursos naturales a nivel global.

En Colombia, como en cualquier país, el modelo de desarrollo adoptado determina en cierta medida cómo el sector productivo se interrelaciona e influye en el medio ambiente y los recursos naturales. [...] Colombia posee un patrimonio natural y envidiable; sin embargo, su aprovechamiento no ha sido el más adecuado y nos encontramos *ad- portas* de una crisis de disponibilidad de recursos naturales. Nuestro futuro está determinado por el manejo que le estamos dando y daremos al medio ambiente (Sánchez, 2002, p. 79).

A raíz de toda la problemática generada por la industrialización y el desequilibrio de los tres pilares de la sustentabilidad, surge la pregunta ¿cómo se puede influir en los procesos de una actividad para poder prevenir o mitigar de alguna manera la problemática ambiental? Así nace la gestión ambiental que pretende contribuir al desarrollo sostenible, logrando un equilibrio entre lo económico, lo social y lo ambiental. Por ello, se han creado diversos programas o sistemas que abarcan los instrumentos de la gestión ambiental que son “el conjunto de políticas, directrices, estándares, normas técnicas y legales, actividades, programas, proyectos e instituciones que permiten la aplicación de los principios generales ambientales y la consecución de los objetivos ambientales” (Ocaña y Antúnez, 2012, p. 60) propuesto por una organización.

Uno de los sistemas de gestión ambiental (SGA) más reconocido se basa en la ISO 14001, que proporciona de manera detallada una ruta para implementar el programa ambiental y establece procedimientos, instrucciones de trabajo y controles para asegurar que la puesta en marcha para que el programa funcione mediante una filosofía de mejora continua (Castañeda, 2013).

Por tal motivo, surge la necesidad de la elaboración de una guía para la orientación de la asignatura de Gestión ambiental, la cual utiliza diferentes metodologías basadas en aprendizaje basado en proyectos.

El resultado de aprendizaje se medirá mediante una serie de objetivos que harán que el alumno será capaz de:

- Reconocer la terminología de un sistema de gestión ambiental
- Implementar un sistema de gestión ambiental, en las diferentes organizaciones.
- Realizar análisis de ciclo de vida a productos y servicios, así como auditorías ambientales.
- Aplicar herramientas tecnológicas (software Simapro), que permitan crear bases de datos propias en el estudio de ciclo de vida.

Esta guía está organizada en las siguientes secciones: fundamentación teórica, fundamentación metodológica, fundamentación curricular y didáctica; donde se incluye una descripción inicial de los aspectos más relevantes encontrados en la literatura; además, la temática del trabajo se desarrollará en tres capítulos: en el primero se presenta información relacionada con los sistemas de gestión ambiental y los componentes que se consideran obligatorios para alcanzar el éxito en la implementación de la norma ISO 14001. El segundo capítulo tiene una descripción del análisis de ciclo de vida (ACV) como metodología fundamental para la evaluación de impactos ambientales de manera integral en entidades empresariales y gubernamentales para la prevención de la contaminación. Finalmente, se incluye un capítulo donde se presenta el funcionamiento del software SimaPro, en la evaluación de impactos ambientales de productos (bienes o servicios), procesos y actividades, como herramienta del análisis del ciclo de vida.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los sistemas de gestión iniciaron con la publicación de la ISO 9001 en 1987, o el sistema de gestión de la calidad. Con esa norma las empresas que tenían un control de la calidad actualizaron en el concepto de sistema de gestión teniendo en cuenta los requerimientos de sus clientes para generar confianza entre las dos partes.

Ante el éxito de los resultados de los sistemas de gestión de calidad y como un objetivo para mejorar las condiciones de nuestro medio ambiente, en la Reunión de la Tierra en 1992 en Brasil, se plantea la posibilidad de una norma de sistema de gestión ambiental. Y en el año 1996 la ISO publica la Norma ISO 14000. Esta norma plantea un sistema de gestión medio ambiental, determina la relación de las empresas con el medio ambiente.

La norma NTC-ISO 14001, es la norma certificable por entes reconocidos y acreditados por el ONAC, Organismo de Acreditación en Colombia. Las empresas que cuentan con la certificación de su sistema de gestión ambiental envían una señal clara de su compromiso ambiental. Tener el certificado significa que la empresa es amigable con la naturaleza, que no contamina y que utiliza los recursos energéticos no renovables de manera eficiente. En resumen, se trata de una empresa comprometida con el bienestar de las nuevas generaciones.

Antes de iniciar un proceso de certificación en sistemas de gestión ambiental se deben realizar reflexiones y tener en cuenta algunos conceptos. Para empezar, tenemos el Artículo 79 de la Constitución Política de Colombia:

Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarla. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines (1991).

De acuerdo con nuestra Constitución es deber de todos participar y proteger la diversidad e integridad del ambiente. De acuerdo con Aracelis Arana (2008), el concepto de ambiente está en constante cambio desde todo lo que nos rodea hasta la interpretación de su funcionamiento con la perspectiva de dinámica del conjunto natural y social donde se establece una compleja trama de relaciones y conexiones de diversas índoles.

Cuando se habla del paradigma de medio ambiente se tiene que entender qué es la contaminación para poder abordar los sistemas de gestión ambiental. En ese sentido, el Decreto 2811 define la contaminación como:

la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del ambiente de los recursos de la nación o de los particulares (1974).

Ninguna empresa puede trabajar sola en el mundo, todas las empresas requieren materia prima, recursos y elementos para operar. Todo lo que realizamos para obtener un producto o servicio consume energía e implica una afectación al medio ambiente. Entonces, es imprescindible poder determinar en qué grado estamos afectando al medio ambiente de acuerdo con las regulaciones de nuestro país. En tercer lugar, los productos o servicios que ofertamos también implican contaminaciones dependiendo de su ciclo de vida.

Ahora bien, otra interacción importante es la que se tiene entre la Universidad y la sociedad. En Unicomfacauca se trata de:

Con los estudiantes, los docentes, las empresas y la comunidad en general en lo relacionado con la toma de conciencia, capacitación, entrenamiento, comunicaciones y preparación ante posibles emergencias ambientales, entre otros aspectos.

Para terminar, la ISO 14001 define un aspecto ambiental como “los elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente” (ICONTEC, 2015, p.1) en otras palabras se este concepto está relacionado con todo lo que hacemos en las empresas que afectan de manera negativa o positiva el medio ambiente.

## FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA

La forma de generar conocimiento ha alcanzado un rol primordial en las estructuras sociales. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) plantean un nuevo referente y es la apuesta diferenciadora en el programa de Ingeniería Industrial y la presente guía de clase incorporar las herramientas de simulación y la industria 4.0. para determinar el nuevo referente y enfoque de las asignaturas de gestión ambiental y producción limpia.

Efectivamente, la siguiente guía de clase de la asignatura Gestión ambiental y producción más limpia, tiene un enfoque integral del desarrollo ambiental incorporando las tecnologías dispuestas por los laboratorios de química y simulación de la corporación.

Se iniciará por el primer capítulo con clases magistrales donde se explicarán los conceptos y generalidades de la gestión ambiental. En ese capítulo se plantea y se desarrolla el primer ejercicio de conceptos de gestión ambiental. En el segundo capítulo están presentes las herramientas de diagnósticos como PESTEL y DOFA para el análisis del contexto de la organización con estudios de caso y ejercicios que deben desarrollar los estudiantes

Los capítulos 3 y 4 presentan el control operacional del sistema de gestión ambiental donde se determinan y se diferencian aspectos ambientales de impactos ambientales. Se desarrolla un flujograma de procesos y en el capítulo cuatro se describe la herramienta Simapro para realizar un análisis de simulación del ciclo de vida con las bases de datos del simulador y para hacer un estudio de caso con la herramienta.

## FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR Y DIDÁCTICA

La presente guía determina una serie de estrategias pedagógicas basadas en los conceptos medio ambientales, análisis de ciclo de vida, modelos de simulación y sistemas de gestión, para poder desarrollar competencias teórico-prácticas, a fin de ser aplicada con los estudiantes de sexto semestre y séptimo semestre de Ingeniería Industrial de la Unicomfauca, en las asignaturas de producción más limpia y gestión ambiental. Esto se hace con el objetivo de desarrollar un proceso que permita acceder de manera adecuada a las características del trabajo de la especialidad de gestión ambiental y la consolidación de una estructura de competencias, conocimientos, habilidades y actitudes que fomenten en los estudiantes de manera progresiva una cultura de cuidado medio ambiental y la producción limpia dentro de las organizaciones.

## **CAPÍTULO 1:** **Generalidades de la gestión ambiental**

Durante la Revolución Industrial, en la segunda mitad del siglo XVIII se empieza a presentar el masivo y creciente desarrollo, y se inicia un conjunto de transformaciones tecnológicas, culturales y socioeconómicas.

La economía basada en el trabajo manual fue reemplazada por otra dominada por la industria y la manufactura. La Revolución comenzó con la mecanización de las industrias textiles y el desarrollo de los procesos del hierro. La expansión del comercio fue favorecida por la mejora de las rutas de transportes (Universitas Miguel Hernández, s.f., párr. 2).

Estas nuevas tecnologías favorecen la capacidad de producción y con ellos también se incrementó la explotación de recursos naturales y la generación de contaminantes producto de dichas actividades.

Tras el desmedido crecimiento industrial, en los años 80 se empieza a pensar en los daños y perturbaciones que los recursos naturales están sufriendo. Además, la contaminación empieza a ser una amenaza inminente para la salud y el bienestar de las personas. En este punto se parte de una preocupación por conservar y cuidar el medio ambiente que rodea nuestra cotidianidad. Desde ese momento y hasta la actualidad se han generado una serie de iniciativas para que los diferentes sectores que generan contaminación se comprometan a mitigar, planificar y controlar los aspectos que generan impactos negativos al ambiente.

### **Desarrollo sostenible o sustentable**

Una de las principales iniciativas ambientales constituye la integración de todos los componentes involucrados en el desarrollo, logrando un equilibrio que permita un desarrollo sostenible o sustentable. Para lograr este resultado es necesaria la planificación de “sus actividades, donde se relacionan y controlan los insumos, la mano de obra y los productos tanto comerciales como los efectos ambientales de sus operaciones” (Pérez, 2005, p. 1).

Son múltiples los puntos de vista al definir el concepto de desarrollo sostenible. En la actualidad existen más de cien definiciones de desarrollo sostenible según el fin o propósito que se busque. A continuación, algunos autores y sus definiciones.

### ***Teorías de las tres dimensiones del concepto de desarrollo sostenible***

La definición de desarrollo sostenible aparece de forma oficial en la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo en 1987, se presenta como un sistema que satisface las necesidades presentes sin poner en peligro a las generaciones futuras. El concepto de desarrollo sostenible propone tomar medidas que busquen una viabilidad económica, sean equitativas socialmente y respeten el medioambiente. Es evidente la incompatibilidad que

existe entre crecimiento económico y medio ambiente. Tenemos una creciente degradación ambiental, y entre los problemas más importantes están: la contaminación del aire, del suelo y del agua, el agotamiento de los recursos naturales renovables y no renovables, la pérdida de diversidad biológica y la deforestación.

Miren Artaraz (2002) resume algunas definiciones de desarrollo sostenible:

- Redclift en 1987, precisa que el desarrollo sostenible es “sostener los niveles de consumo”.
- El autor Shiva en 1989, dice “perseguir la integridad de los procesos, ciclos y ritmos de la naturaleza”.
- Bojo y colaboradores en 1990, propone la siguiente definición “lograr la sostenibilidad de todos los recursos: capital humano, capital físico, recursos ambientales, recursos agotables”.
- Para Naredo (1990) propone como definición “sostener los niveles de producción”.
- Carpenter en 1991, lo define como “sostener los recursos naturales”.

La mayoría de las políticas están orientadas a un manejo armónico de los componentes económicos, sociales y ambientales.

Muchas de las interpretaciones de desarrollo sostenible coinciden en que, para llegar a ello, las políticas y acciones para lograr crecimiento económico deberán respetar el medio ambiente y además ser socialmente equitativas para alcanzar el crecimiento económico. Donde los tres componentes o dimensiones, la económica, la social y la medioambiental, son indisociables (Artaraz, 2002, p. 2).

Gráficamente el concepto de sostenibilidad puede “representarse mediante un triángulo equilátero, cuya área central representaría la zona de equilibrio para el desarrollo sostenible” (Artaraz, 2002, p.2) (Figura 1).

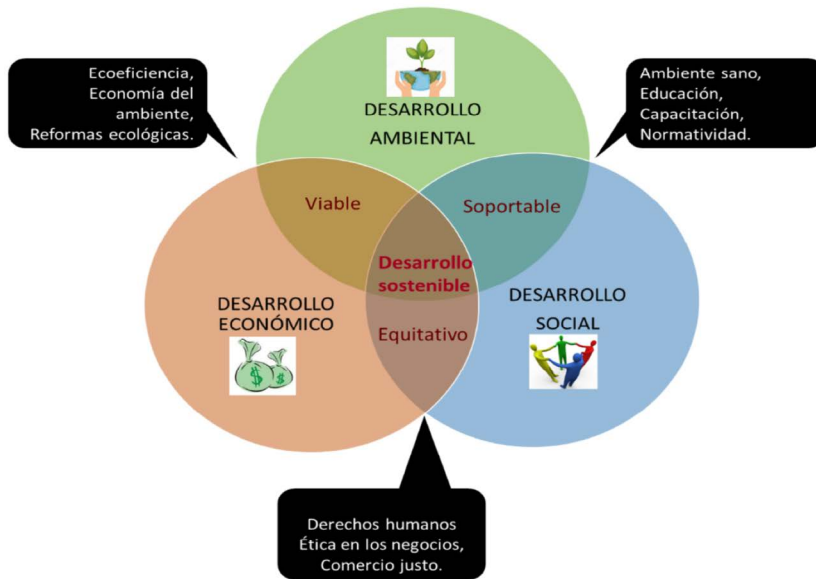


Figura 1  
Los componentes del desarrollo sostenible  
Fuente: elaborado a partir de Artaraz (2002).

Se recogen los indicadores empíricos que trabaja Artaraz (2002), que además son usados en el Informe que la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas elaboró en 2001. Estos permiten “identificar las tendencias de determinados parámetros para poder así evaluar si nos estamos acercando o alejando del objetivo principal de lograr un equilibrio entre los tres componentes para obtener el desarrollo sostenible” (p. 3).

| Componentes del desarrollo sostenible |                       |           |               |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------|---------------|
| Temas                                 | Económico             | Social    | Ambiental     |
|                                       | Sistema institucional | Igualdad  | Suelos        |
|                                       | Estructura económica  | Salud     | Aguas         |
|                                       |                       | Educación | Aire          |
|                                       |                       | vivienda  | Biodiversidad |
|                                       |                       | Crimen    |               |
|                                       |                       | Población |               |

Tabla 1  
Indicadores según los componentes del desarrollo sostenible  
Fuente: (Artaraz, 2002, p. 3).



Siguiendo a la misma autora, buscamos establecer las dimensiones económica, social y ecológica.

### *Dimensión económica*

Artaraz muestra que el modelo económico basado en el crecimiento se estableció bajo la idea de que la naturaleza ofrecería de forma ilimitada los recursos naturales. Al no ser así, el modelo económico entra en crisis desde los años setenta, cuando se empieza a considerar el coste ambiental de la actividad industrial. Siguiendo a Redclift, Artaraz considera que la crisis ambiental, “no es una consecuencia de la escasez, sino de la imprudencia e insostenibilidad características de los sistemas de producción” (Redclift citado en Artaraz, 2002, p. 2).

### *Dimensión social*

Redclift (1996), indica que “la gestión y los conflictos ambientales se relacionan con dos procesos: la forma en que las personas dominan la naturaleza y la dominación ejercida por algunas personas sobre otras” (citado en Artaraz, 2002, p. 3). Siguiendo a la autora, se evidencia que es indiscutible la dominación que tienen los seres humanos con el ambiente, pero también es una realidad el poder que se ejerce desde los países de primer mundo hacia los países que aún se encuentran en vías de desarrollo. Esto se ve reflejado en las explotaciones que realizan las multinacionales de los recursos naturales de países tercermundistas, y que luego mediante la persecución de los comerciales (donde manejan nuestra psiquis) o la conocida obsolescencia programada hacen que se termine adquiriendo estos productos a costos muy elevados, convirtiéndose en consumidores compulsivos.

### *Dimensión ecológica*

Para dar respuesta al término sostenibilidad desde el punto de vista de la ecología, esta pretende que la economía sea circular, que haya un cierre en los ciclos, imitando a la naturaleza (Artaraz, 2002). Se pretende que la elaboración de un producto se dé de manera cíclica y no lineal como ocurre con la mayoría de los productos. Hay que diseñar sistemas productivos capaces de utilizar solo recursos y energías renovables, y no producir residuos (estos residuos entrarían en un nuevo ciclo productivo, como ejemplo tenemos el compost si se tiene material orgánico) o se convierten en input de otro producto manufacturado (cuando tenemos material inorgánico, como ejemplo tendríamos la reutilización del metal o el PET).

Es conocido que el desarrollo social, económico y la protección al medio ambiente son componentes que se interrelacionan en el desarrollo sostenible y se ha avanzado en algunos aspectos como las herramientas de análisis e instrumentos tales como los indicadores que presenta el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (Ver figura 2). Los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) están integrados, debido a que las intervenciones en un área van a causar afectación de los resultados de las otras y por lo tanto el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad económica, social y medio ambiental.



Figura 2  
Presentación de los 17 ODS (objetivos de desarrollo sostenible)  
Fuente: ONU (2015).

Para lograr estos objetivos, “se utilizan sistemas bajo los cuales se mejora continuamente el proceso de producción para ser más eficiente, tanto económicamente como ambientalmente” (Pérez, 2005, p. 1). Uno de ellos corresponde al sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO14001 y que trataremos en detalle en los próximos apartados.

## Gestión ambiental

De forma sencilla la gestión medioambiental se describe como la correcta administración del impacto que puede provocar una organización sobre el medioambiente. En la actualidad hay diversas definiciones de gestión ambiental y cada punto de vista es válido y deriva del sector en el que nos encontremos. Probablemente, la gestión ambiental significará cosas distintas para un ecologista, un sociólogo o un economista,

Según un economista, la gestión se encarga del análisis económico al aplicar los instrumentos de la disciplina al área del medio ambiente. Para un sociólogo es “el estudio de las interacciones entre las sociedades y sus entornos naturales. El campo hace hincapié en los factores sociales que influyen en la gestión de los recursos ambientales” (Wikipedia, s.f., párr. 1).

Para un ecólogo, el ambiente (físico y biológico) es el hábitat de los organismos vivos, en algunas ocasiones hablamos de la ecología y medio ambiente como sinónimos. “Si bien existen relaciones muy cercanas entre ambos, no son lo mismo y hay que tener en claro sus similitudes y diferencias para poder actuar en favor de un enfoque favorable para el beneficio del Planeta” (Ballester, 2019, párr. 1).

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente en Estocolmo (1972) define al medio ambiente “como el conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos y de factores sociales que son capaces de causar efectos a corto o largo plazo sobre los seres vivos y las actividades humanas, ya sea directos o indirectos” (citado en Marino, 2009, p.1).

## Sistema de gestión ambiental

Según la definición del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), un sistema de gestión ambiental (SGA) es

un conjunto planeado y coordinado de acciones administrativas, procedimientos operativos, documentación y registro, implementados por una estructura organizacional específica con competencias, responsabilidad y recursos definidos, con el fin de prevenir efectos ambientales adversos, así como promover acciones y actividades que preservan y/o mejoran la calidad ambiental (citado en Hoof *et al.*, 2008, p. 45)

Es decir, es una herramienta que hace parte de un sistema de gestión global de una organización; estos sistemas tienen un enfoque sistémico de los aspectos ambientales en la organización. Esta herramienta, según Beejadhur (2007), posibilita que la empresa, sin importar su actividad o tamaño, pueda controlar el impacto de sus productos o servicios sobre el medio ambiente. Ofrece una estructura a la organización para identificar aquellos aspectos de su actividad que tienen un impacto sobre el medio ambiente, además de crear objetivos y metas para minimizar estos impactos e implementar programas para alcanzar metas y desarrollar otras medidas de control operacionales. Todo en consonancia con la política ambiental instituida.

## Las ISO 14000 y los diferentes sistemas de gestión ambiental

Existen diferentes tipos de sistemas de gestión ambiental desde los más comunes como son la norma ISO 14000 y la auditoría medioambiental (EMAS), hasta unos no tan conocidos como los son el sistema comunitario de gestión, la responsabilidad integral, normas Ekoscan y los sistemas de seguridad y salud ocupacional (OHSAS 18000), que en su aplicación tienen consideraciones asociadas a la salud del trabajador y el medio ambiente. En este apartado nos centraremos en el estudio de las normas ISO 14001.

La decisión de una organización de establecer un Sistema de Gestión Medio Ambiental es voluntaria y es parte de la orientación general para la planificación estratégica de su negocio. La gestión ambiental es una táctica para mejorar el perfil ambiental de la empresa que incluye una serie de pasos ordenados para lograr una mejora continua.

ISO/TC 207, es el comité técnico de la ISO encargado de construir las normas y guías de gestión ambiental en la serie 14000 (Ver Tabla 2). Esta entidad se basa en la filosofía de que optimizar las prácticas de gestión es la mejor manera de mejorar el desempeño ambiental de las organizaciones (Beejadhur, 2007). aunque la norma ISO 14001 es la más conocida es importante saber que existe toda una familia de las normas 14000 y cada una cumple un papel muy importante en el cuidado del medio ambiente.

| Norma ISO | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14000     | Enuncia cómo se debe constituir un SGA. Esta norma ha sido planteada para construir un equilibrio entre lo económico y la disminución de los impactos ambientales.                                                                                                                                                                         |
| 14001     | Presenta los criterios necesarios para llevar a cabo un SGA, las empresas pueden certificarse bajo esta norma. No tiene obligatorio cumplimiento, solo establece una guía para que una organización pueda establecer un SGA eficaz. Se puede implementar en cualquier tipo de organización independientemente de la actividad que realice. |
| 14004     | “Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo” facilita la orientación de la organización en la implementación, mantenimiento y mejora continua del SGA, en conjunto con otros sistemas de gestión.                                                                                                                |
| 14010     | ISO 14010 junto con las ISO 14011 establecen los principios generales sobre las auditorías ambientales. Esta norma de la familia                                                                                                                                                                                                           |
| 14012     | Constituye los criterios fundamentales para calificar a los auditores                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 14013     | Guía de consultas para realizar la revisión de la certificación ambiental.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14014     | Crea una guía para la revisión inicial que se realiza a todos los SGA.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 14015     | Guía donde se presentan criterios necesarios para realizar una evaluación del emplazamiento ambiental.                                                                                                                                                                                                                                     |
| 14031     | Se encarga de realizar una evaluación del comportamiento que presenta el medio ambiente, se desarrollan herramientas necesarias para conseguir los objetivos ambientales (se maneja internamente).                                                                                                                                         |
| 14032     | Se encarga de generar una guía de indicadores específicos para el sector industrial.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 14040     | Presenta el análisis del ciclo de vida (ACV), metodología donde se evalúan los aspectos e impactos ambientales.                                                                                                                                                                                                                            |
| 14060     | Norma ISO 14060 pretende crear una guía donde se pueden incluir aspectos ambientales en los productos realizados por la organización.                                                                                                                                                                                                      |

*Tabla 2*  
Descripción de Normas ISO 14000  
Fuente: elaboración propia.

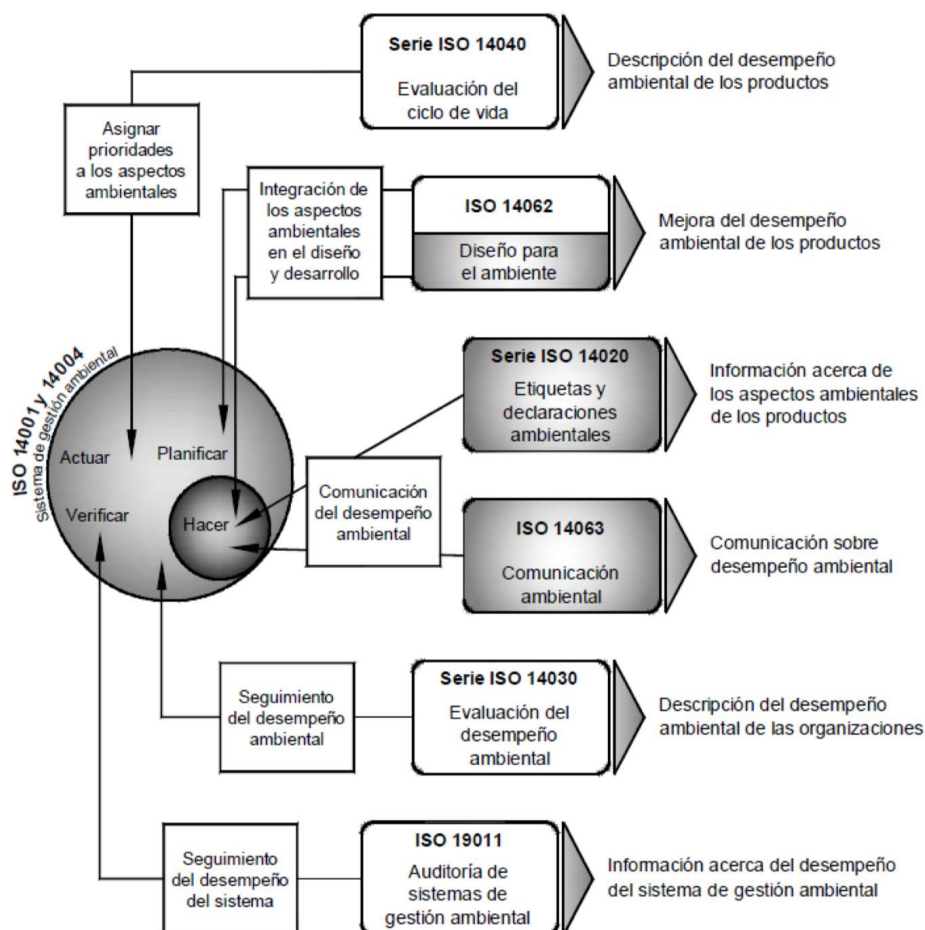
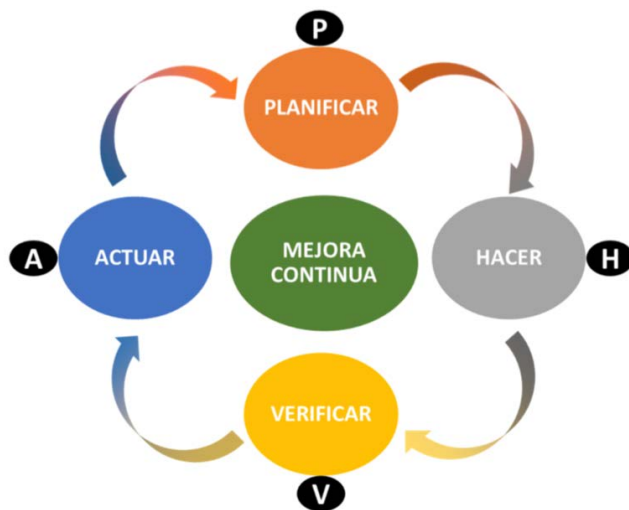


Figura 3  
Modelo de ISO 14000  
Fuente: Beejadhur (2007, p. 3).

Siguiendo a Beejadhur (2007), los subcomités (SC), Grupos de Trabajo (WG) y Grupos de Coordinación de Terminología (GCT) del ISO/TC 207 elaboran normas y guías en las siguientes áreas:

- SC 1. Sistemas de gestión ambiental.
- SC 2. Auditoría ambiental e investigaciones relacionadas.
- SC 3. Etiquetado ambiental.
- SC 4. Evaluación del desempeño ambiental.
- SC 5. Evaluación del ciclo de vida.
- TCG. Términos y definiciones.
- WG 4. Comunicaciones ambientales, y
- WG 5. Cambio climático. (p. 2)

Las normas ISO 14000 siguen la estrategia Planificar-Hacer-Verificar-Actuar, un ciclo de auto mejora que incluye los siguientes pasos:



*Figura 4*  
Ciclo de mejora continua (PHVA)  
Fuente: elaborado a partir de Beejadhur (2007).

Seguendo a Beejadhur (2007), los pasos son:

- Planificar: Elaborar o establecer un plan.
  - Política ambiental
  - Aspectos ambientales
  - Objetivos y metas
  - programa de gestión ambiental
  - requisitos legales
- Hacer: Implementación de las disposiciones especificadas en el plan.
  - Estructura, asignación de responsable
  - Proporcionar capacitación al grupo de trabajo
  - Comunicación para lograr transparencia
  - Documentación y control de la gestión medioambiental
  - Preparación (y respuesta) ante emergencias.
- Verificar: Revisión y evaluación de los resultados y progreso alcanzado.
  - Seguimiento y medición
  - No conformidad, acción correctiva y preventiva
  - Auditorías internas o externas con base en Iso 14001
  - registros
- Actuar: Revisión para la mejora continua del sistema.
  - revisión por la dirección de la evaluación del desempeño.

### ***Estudio de caso: Identificación de los pasos del ciclo de mejora continua (PHVA)***

SOLUCIONES AL DÍA, es una empresa familiar dedicada a la distribución de paquetes y encomiendas en el territorio nacional, que cuenta con un sistema de gestión de calidad ISO 9001 y está comprometida con el bienestar del medio ambiente. Por tal motivo está implementando su sistema ISO 14001 sistema de gestión ambiental, fundado en un ciclo PHVA para una mejora continua. Realiza permanente revisión de indicadores, objetivos, metas, manejo de documentación, además del compromiso de la alta dirección en lo referente a aspectos ambientales. Pero se hace necesario además del compromiso un seguimiento continuo y estratégico.

Aunque realizan continuas capacitaciones a los trabajadores, no se manifiesta una adecuada apropiación de los conocimientos. La infraestructura y la tecnología de la empresa son de última tecnología, así como la materia prima que se adquiere es de la mejor calidad. Con respecto a sus vecinos se realiza actividades de apoyo como jornadas de concientización y recuperación ambiental en pro de la responsabilidad social y ambiental, siendo así un proyecto que contiene los tres pilares de desarrollo sostenible. Esta organización tiene un sistema de gestión ambiental que suple las necesidades prioritarias que la legislación exige, pero que aún requiere de intervención, seguimiento y control de falencias que presenta.

El proceso de separación en la fuente de los residuos sólidos (reciclaje, selección y separación) y el uso de agua y energía, no es efectivo a la hora de ser realizado por los empleados, hay omisión de las normas a pesar de estar capacitados. Al ser una empresa que presta servicios no posee un proceso productivo de tipo industrial y como consecuencia no tiene grandes impactos al medio ambiente. Lo que permite que dichos impactos sean de fácil manejo.

#### **Ciclo de mejoramiento (PHVA) para manejo de residuos sólidos**

|   |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P | Adicionar en el cronograma capacitaciones de separación en la fuente<br>Idear programa de separación en la fuente<br>Elaborar formatos de manejo adecuado en separación en la fuente<br>Definir responsables del programa<br>Ejecutar capacitaciones |
| H | Supervisar uso de los formatos de verificación<br>Los encargados del proceso tomarán responsabilidades del aspecto a mejorar<br>Seguimiento al cumplimiento del programa mediante reuniones e informes de avance                                     |
| V | Auditorías internas al proceso<br>Actualización de indicadores<br>Revisión de la dirección                                                                                                                                                           |
| A | Analizar los resultados de los indicadores<br>Establecer acciones correctivas, preventivas y de mejora.                                                                                                                                              |

#### **Ciclo de mejoramiento (PHVA) Consumo de energía y agua**

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P | Adicionar en el cronograma una capacitación sobre prudencia de energía y agua<br>Diseñar programas para el ahorro de energía y agua<br>Diseñar formatos para registrar consumos de agua y energía<br>Establecer responsables de toma de datos de consumos y verificación de equipos (contadores). |
| H | Ejecutar capacitaciones de correcto manejo de energía y agua<br>Desarrollar actividades del programa de minimización de energía y agua<br>Garantizar que el responsable del proceso maneje los formatos estipulados                                                                               |
| V | Seguimiento al cumplimiento del programa mediante reuniones e informes de avance<br>Auditorías internas al proceso<br>Actualización de indicadores                                                                                                                                                |
| A | Revisión de la dirección<br>Analizar los resultados de los indicadores<br>Establecer acciones correctivas, preventivas y de mejora.                                                                                                                                                               |

La serie ISO 14000 está diseñada para apoyarse mutuamente, pero existe la posibilidad de usarse independientemente para lograr metas ambientales.

### **Norma ISO 14001**

La Organización Internacional de Normalización (ISO), fundada en el año de 1946 es una entidad que se encarga de desarrollar diferentes normativas internacionales que sirvan de guía a las organizaciones que generan productos y/o servicios. La serie ISO 1400, específicamente es una norma internacional que se enfoca en la administración, medición, evaluación y auditoría ambiental (Beejadhur, 2007).

Las normas EMAS son un paso más avanzado en el desarrollo de los sistemas de gestión ambiental basados en ISO 14001 y en el compromiso adquirido por las organizaciones con el medio ambiente, se trata del cumplimiento del reglamento europeo, relativo a la participación voluntaria de organizaciones en un sistema de comunitario de gestión y auditoría medioambiental (Heras et al., 2008).

Esta norma se basa en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma ISO 14001 y en el cumplimiento de una serie de requisitos adicionales que son los siguientes:

I. Identificación y evaluación de aspectos ambientales indirectos. (EJM: emisiones de gases por el transporte de los proveedores).

II. Identifica, planear y fomentar la participación activa de los trabajadores en la implementación del sistema (por ejemplo, en la evaluación de los aspectos ambientales o en los objetivos de mejora).

III. Mantener comunicación continua con partes interesadas.

IV. La auditoría interna adquiere mayor relevancia como herramienta para el control ambiental de la organización.

V. Se debe medir como mínimo los indicadores ambientales básicos descritos por el reglamento.

VI. El principal requisito de las normas EMAS en comparación a ISO 14001 es la obligatoriedad de elaborar una declaración ambiental. Documento público que informa sobre el comportamiento ambiental durante un periodo determinado, la declaración ambiental debe llevar:

- Periodo de la declaración.
- Aspectos ambientales significativos directos e indirectos y relación entre aspectos e impactos asociados.
- Descripción de objetivos y metas y su grado de consecución.
- Referencia a requisitos legales relacionados con los aspectos significativos.
- Resumen de comportamiento ambiental incluyendo la información asociada a los indicadores requeridos por el reglamento.

Los datos utilizados para el cálculo de indicadores y de cualquier información de la declaración ambiental deben ser trazables, veraces y verificables (Heras et al., 2008).



| Descripción                | ISO 14001                                                      | EMAS                                                                                                                        |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modelo                     | Norma creada por entidad privada (ISO).                        | Reglamento de la Unión Europea.                                                                                             |
| Aplicación                 | A nivel mundial.                                               | Unión europea                                                                                                               |
| Enfoque                    | Basado en la mejora continua y prevención de la contaminación. | Basado en la mejora continua y la reducción del impacto ambiental siempre y cuando sea tecnológica y económicamente viable. |
| Revisión inicial ambiental | Sugerido.                                                      | Obligatorio                                                                                                                 |
| Comunicación al público    | Únicamente la política ambiental es obligatoria.               | Se exige una declaración ambiental pública y un resumen de la declaración anual                                             |
| Auditorías                 | Interna sin plazo fijo.                                        | Interna y obligatoria cada 3 años máximo.                                                                                   |
| Certificación              | Cualquier organismo de certificación.                          | Revisión por el organismo de acreditación medioambiental del centro y validación de la declaración ambiental.               |

Tabla 3  
ISO 14001 vs. EMAS  
Fuente: Elaborado a partir de (Heras et al., 2008).

Cómo implementar un sistema de gestión ambiental

La dinámica de funcionamiento de la norma ISO 14001 se basa en el ciclo de mejora PDCA, para implementarlo se llevan a cabo los siguientes pasos de forma secuenciada.

| P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | A                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Planificación del Sistema de Gestión Ambiental.</p> <p>En la primera fase se elabora el informe de diagnóstico ambiental y a continuación se establece la política, programa de objetivos, indicadores de medida para valorar el desempeño de objetivos, evaluación de aspectos ambientales, establecer los requisitos legales, diseño de procesos, sistema documental (conociendo sus entradas y salidas).</p> | <p>Implementación y desarrollo del programa de SGA.</p> <p>Puesta en marcha de la documentación relacionada con los procesos identificados en el paso anterior, así como los procedimientos documentados que impone la norma.</p> <p>Control operacional, estableciendo los pasos a seguir y los límites permitidos para aspectos ambientales.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Control de la documentación.</li><li>• Control de los registros.</li><li>• No conformidades, Acciones correctivas y preventivas.</li><li>• Auditorías internas.</li></ul> | <p>Chequeo y seguimiento de la implementación del programa de SGA, midiendo el nivel de alcance de los objetivos.</p> <p>Seguimiento al sistema documental mediante auditorías internas. Revisiones de la efectividad del SGA por parte de la dirección de la organización, estableciendo las acciones a desarrollar para ajustar las desviaciones encontradas.</p> | <p>Puesta en funcionamiento de planes de acción originarios de las acciones a resolver detectadas en la etapa anterior mejorando las situaciones de riesgo e implementando acciones de mejora.</p> |

*Tabla 4*  
Pasos ISO 14001  
Fuente: elaborado a partir de Saavedra (2008) y Granero y Ferrando (2007).

**Características de un sistema de gestión ambiental ISO 14001**

|                                    |                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Protección del medio ambiente      | Identifica y evalúa aspectos ambientales.                                                                                                                                       |
| Cumplimiento de Legislación        | Instaura metodologías para la identificación y evaluación de los requisitos legales.                                                                                            |
| Gestión de riesgos y oportunidades | Aplica una orientación preventiva al identificar los riesgos y oportunidades a partir de los aspectos ambientales, requisitos legales y estableciendo acciones para su control. |
| Análisis del contexto              | Examina la situación tanto interna como externa de la organización y determina las partes interesadas.                                                                          |
| Control del desempeño ambiental    | Detalla indicadores para aspectos ambientales que permiten evaluar su eficacia y eficiencia, creando acciones para mejorar la situación ambiental.                              |
| Control ambiental de actividades   | Implementa controles operacionales para dar cumplimiento de los requisitos.                                                                                                     |
| Información documentada            | Es flexible en la elaboración, gestión y tipología de evidencias.                                                                                                               |
| Auditoría y certificación externa  | Admite que se realice la revisión del sistema por la entidad de certificación.                                                                                                  |
| Integración con otros sistemas     | Es compatible para la integración con otros sistemas de gestión.                                                                                                                |

*Tabla 5*  
Características del sistema de SGA  
Fuente: elaboración propia.

## Relación de la ISO 14001 y la ISO 9001

| Norma     | Campo objeto de estudio   | Requisitos y reglamentos                                                        | Identificación de impactos | Preparación y respuesta ante emergencia |
|-----------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|
| ISO 9001  | Gestión de calidad        | Obliga a cumplir los requisitos reglamentarios que pueden afectar a la calidad. | No requiere                | No requiere                             |
| ISO 14001 | Gestión del medioambiente | Estipula el compromiso de cumplir la legislación medioambiental.                | Sí requiere                | Sí requiere                             |

*Tabla 6*  
Principales diferencias entre las normas ISO 14001 e ISO 9001  
Fuente: elaboración propia

### Ejercicio 1.

#### 1. Describa brevemente

- a. Medio ambiente.
- b. Ecología.
- c. Gestión ambiental.
- d. Sistema de gestión ambiental.
- e. ¿Para qué desarrollar un programa o sistema de gestión ambiental?
- f. Desarrollo sostenible.
- g. ¿Cuántos y cuáles son los pilares del desarrollo sostenible?
- h. ¿Cuáles son los indicadores empíricos según los componentes de desarrollo sostenible?
- i. Defina aspecto e impacto medioambiental.
- j. Norma ISO 14001.
- k. ¿Qué es EMAS?
- l. Similitudes y diferencias entre ISO 14001 y EMAS.

CAPÍTULO 2:  
Herramienta de diagnóstico

PESTEL

En el numeral cuarto de la ISO 14001 la organización debe determinar las cuestiones externas e internas que son pertinentes para el producto o servicio que oferta y afecta la capacidad de resolver los problemas del sistema de gestión ambiental. Para dar cumplimiento a este numeral de determinar las cuestiones externas se propone un análisis PESTEL (ICONTEC, 2015), que es una herramienta de administración estratégica que estima el impacto de los factores externos de las empresas. PESTEL es un acrónimo de los siguientes factores, siguiendo a Alvarado (2015):

- P: Políticos
- E: Económicos
- S: Social
- T: Tecnológico
- E: Ecológicos
- L: Legal

Muchos factores del contexto externo son específicos de cada organización, además, la cantidad de factores para cada organización es ilimitada. En la práctica cada organización debe determinar cada factor y controlar aquellos que están influyendo significativamente sobre su modelo de negocio.

A continuación, se presentan algunos elementos para tener en cuenta en cada factor de la matriz PESTEL:

| Político                                                                                                                                                                                                                                                             | Económico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Social                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Tecnológico                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ecológico                                                                                                                                                                                                                                                                       | Legal                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Derecho Internacional</li><li>• Normas ambientales</li><li>• Leyes civiles</li><li>• Derechos y deberes constitucionales</li><li>• Derechos de autos como patentes</li><li>• Conflicto armado</li><li>• Terrorismo</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tasas de interés</li><li>• La inflación</li><li>• Crecimiento económico</li><li>• Capacidad de mano de obra</li><li>• Costos de materia prima</li><li>• Tratados y pactos comerciales internos y externos</li><li>• El dólar y las tasas cambiarias</li><li>• Gasto público</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Crecimiento de la población</li><li>• Sistema de salud</li><li>• Sistema de educación</li><li>• Movilidad social</li><li>• Tendencia de empleo</li><li>• Sistemas de comunicación</li><li>• Estilos de vida</li><li>• La cultura y factores étnicos</li><li>• Patrones de consumo</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Efecto de la tecnología</li><li>• Impresión 3D</li><li>• Nanotecnología</li><li>• Estudio e invención &amp;+D investigación y desarrollo</li><li>• Sistema de obsolescencia de maquinaria y equipo</li><li>• Modelos de automatización de procesos</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Leyes y normas que protegen el medio ambiente</li><li>• Decretos y resoluciones de regulación de consumo de energía y agua</li><li>• Políticas y campañas de reciclaje de residuos</li><li>• Métodos de producción más limpia</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Proceso de licenciamiento</li><li>• Normatividad laboral</li><li>• Propiedad intelectual</li><li>• Leyes de salud</li><li>• Legislación especial y sectores protegidos</li></ul> |

Tabla 7  
Matriz PESTEL Ejemplos de factores  
Fuente: Octavio Alvarado, (2015, p. 8-11).

### ***Estudio de caso de la empresa SEM Ingenieros***

El estudio de caso se realiza en la empresa SEM Ingenieros, dedicada a la prestación de servicios de mantenimiento de equipos industriales y biomédicos, calibración de equipos de medida y asesoría en tecnovigilancia a las Instituciones Prestadoras de Salud. SEM lleva en el mercado 9 años de servicio y cuenta con una estructura organizacional de un gerente general, cuatro ingenieros de soporte técnico encargados de realizar el mantenimiento, un director de laboratorio y dos metrólogos encargados de la calibración de equipo de medida.

A través del análisis de PESTEL, se tratará de clasificar los 6 factores, dando relevancia al factor ecológico, dada la creciente importancia de los problemas ambientales y poder establecer una situación específica de la empresa en estudio. A continuación, se describen las particularidades de los factores encontrados en la empresa:

· Factor político:

Se determina que está en elaboración para el año 2019 una resolución de nuevos estándares para la habilitación de las instituciones prestadores de salud en donde ya no es un requisito realizar calibración de equipos biomédicos y que sólo están obligadas hacer lo que el fabricante del equipo exige.

**IP:** impacto potencial que tiene la siguiente calificación: 0: Desconocido, 1=Bajo, 2=Medio, 3=Alto

El laboratorio de SEM ingenieros determina que esta nueva resolución al no incluir el requisito de calibración, como la anterior norma, tiene un impacto alto y se le califica como: 3

**t:** marco temporal: para determinar el marco temporal del ejemplo del factor político que es la nueva resolución vemos que las normas existen por un periodo de 2 años, y luego son modificadas por consulta. Por esta razón se determina su marco temporal en 2 años.

**T:** es el tipo de impacto del factor que puede ser positivo o negativo. Para el ejemplo es negativo porque las instituciones prestadoras de salud ven la calibración de sus equipos como un gasto y ya no están obligadas a realizarlo.

**I:** es el impacto que se puede calificar ">" Mayor, "=" sin cambios, "<" Disminuyendo, para el ejemplo es mayor porque determina que solo las instituciones que determinen hacer más de lo que la resolución le está exigiendo son las que solicitarán el servicio de calibración y se puede inferir que la gran mayoría dejará de realizar este proceso sin importar la seguridad del paciente.

**Ir:** importancia relativa, 0: desconocido, 1: sin importancia, 2: medianamente importante, 3: importante, 4: crítico. Para nuestro ejemplo el factor político es crítico y la empresa está tomando la estrategia para presentar nuevos servicios de valor agregado para contrarrestar el impacto.

**O:** oportunidad, en el caso del ejemplo se calificó como negativo no podemos marcar esta casilla y se marca como una amenaza que la empresa debe tener muy en cuenta para determinar su estrategia de negocio.

**P(x):** para calcular la probabilidad se determina de acuerdo con la cantidad de equipos que salen de la lista de los equipos biomédicos que ya no es requisito calibrar en Colombia.

| Calibración de equipos con laboratorio acreditado                                              | Calibración de equipos con laboratorio NO acreditado                                               | Equipos biomédicos NO considerados equipos de medida  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 9 equipos biomédicos considerados equipos de medición que cuentan con laboratorios acreditados | 7 equipos biomédicos que no cuentan con laboratorio acreditado en Colombia, pero se deben calibrar | 37 equipos de medida que solo necesitan mantenimiento |

Tabla

Listado de equipos médicos con requisitos

Fuente: Minsalud (2015).

Según la tabla se tienen en total 16 equipos que siguen con calibración y 37 equipos a los que solo se le debe hacer mantenimiento. Entonces, la probabilidad de no realizar calibración es de  $P(x): 37/53 = 0,7$

Para terminar el análisis PESTEL, se debe analizar el impacto para la empresa en particular utilizando la fórmula que establece Alvarado (2015):

“Impacto para la empresa del Impacto para la Empresa=  $[(IP * Ir) / 2] * p(x)$ , donde,  $IP=3$ ,  $Ir=4$ ,  $p(x)=0.70$ , Impacto para la empresa=  $[(3+4) / 2] * 0.70 = 2.5$ ” (2015, p. 11).

También se realiza un ejemplo para cada factor de la matriz PESTEL y se ilustra en la siguiente tabla donde el laboratorio en pro del factor ecológico realiza sus informes en forma digital para la entrega de sus servicios y la forma de ser contactados para los reportes de mantenimiento por un aplicativo móvil.

| Factor                                         | ¿Cómo se comporta el factor?                                                                                                                | IP | Implicancia e Importancia |          |   |    | O A p(x) | Impacto empresa |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------|----------|---|----|----------|-----------------|
|                                                |                                                                                                                                             |    | t                         | T        | I | Ir |          |                 |
| Factor político                                |                                                                                                                                             |    |                           |          |   |    |          |                 |
| Nueva resolución de estándares de habilitación | La nueva norma de estándares de habilitación no exige calibración de equipos y se remite a solo realizar lo que el fabricante determine.    | 3  | 2 años                    | Negativo | > | 4  | x 0,7    | 2,5             |
| Factor económico                               |                                                                                                                                             |    |                           |          |   |    |          |                 |
| Inflación                                      | Se observa que en Colombia la inflación está creciendo y que el gobierno con su economía naranja no está teniendo los resultados esperados. | 2  | 12 meses                  | Negativo | > | 2  | x 0,3    | 0,6             |

## Factor social

|                                                  |                                                                                                                                                                               |   |         |          |     |   |     |     |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|----------|-----|---|-----|-----|
| Tendencia en empleo de los ingenieros biomédicos | Se observa que los ingenieros biomédicos están migrando a realizar solo el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y muy pocos a la auditorias del mantenimiento | 3 | 6 meses | Positivo | > 3 | X | 0,5 | 1,5 |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|----------|-----|---|-----|-----|

## Factor tecnológico

|                                                 |                                                                                                                            |   |          |          |     |   |     |     |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|----------|-----|---|-----|-----|
| Impacto de los nuevos paquetes de mantenimiento | Se observa que se está implementando herramientas para la gestión de mantenimiento y poder optimizar el proceso de gestión | 2 | 12 meses | Positivo | > 2 | X | 0,4 | 0,8 |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|----------|-----|---|-----|-----|

## Factor ecológico

|                               |                                                                                                                |   |        |          |     |   |     |     |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------|----------|-----|---|-----|-----|
| Nueva Resolución 1407 de 2018 | El Ministerio de Medio Ambiente expide la resolución para reglamentar el uso de envases y empaques y etiquetas | 2 | 2 años | Positivo | > 2 | X | 0,6 | 1,2 |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------|----------|-----|---|-----|-----|

## Factor legal

|                      |                                                                                              |   |         |          |     |   |     |     |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|----------|-----|---|-----|-----|
| Decreto 1595 de 2015 | Obliga a los laboratorios de metrología a nivel nacional a que deben acreditarse por el ONAC | 3 | 6 meses | Negativo | > 2 | x | 0,9 | 2,3 |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|----------|-----|---|-----|-----|

Tabla 8  
Matriz PESTEL Sem ingenieros  
Fuente: Elaboración propia.

## Ejercicio 2

1. Escoger una empresa de la región para realizar una consulta de la información de su entorno externo de los 6 seis factores de PESTEL.
2. Analice la columna 2 de la tabla de la matriz de PESTEL ¿cómo se comporta actualmente el factor? Este paso se repite para todos los factores encontrados en la consulta del primer punto del taller (ver estudio de caso).
3. Calificar el impacto potencial como se describe en el estudio de caso de la siguiente manera, calificación: 0= Desconocido, 1=Bajo, 2=Medio, 3=Alto.
4. Determinar el espacio temporal del factor.

5. Calificar el tipo de impacto “T” que puede ser negativo si califica como amenaza o positivo si se puede decretar como una oportunidad.

6. Establecer el impacto que se considera: “>” Mayor, “=” sin cambios, “<” menor para el proyecto u organización.

7. De acuerdo con la calificación de ser positivo o negativo acordar la estrategia y calificar como “O” Oportunidad o “A” Amenaza.

8. Determinar la probabilidad P(x). Para este punto se debe consultar las estadísticas y tendencias en los últimos años para determinar la probabilidad del efecto del factor (revisar ejemplo de caso).

9. Calcular el impacto para la empresa en particular utilizando la fórmula impacto para la empresa=  $[(IP * Ir) / 2] * p(x)$  (Alvarado, 2015, p. 11)

Se anexa formato de análisis de PESTEL elaborado por Alvarado (2015), para que sea desarrollado.

| Factor           | ¿Cómo se comporta el factor? | IP | Implicancia e importancia |   |   |    | O | A | p(x) | Impacto empresa |
|------------------|------------------------------|----|---------------------------|---|---|----|---|---|------|-----------------|
|                  |                              |    | t                         | T | I | Ir |   |   |      |                 |
| Factor político  |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
|                  |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
|                  |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
|                  |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
| Factor económico |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
|                  |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
|                  |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
|                  |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
| Factor social    |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
|                  |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
|                  |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |
|                  |                              |    |                           |   |   |    |   |   |      |                 |



|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Factor tecnológico |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Factor ecológico   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Factor legal       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla 9*  
 Formato de Matriz PESTEL  
 Fuente: Elaborado a partir de Alvarado, (2015).

## Ejemplo 2: Barras energéticas

Descripción del proyecto: se trata de un proyecto que busca la factibilidad de establecer una empresa productora y distribuidora de barras energéticas en la ciudad de Popayán, Cauca. Fue presentado en la Corporación Universitaria Unicomfauca por el docente Jonathan Bethencourt y es calificado como proyecto de emprendimiento. Se quiere comercializar un producto innovador a base de materias orgánicas que brindarán un complemento nutricional: se trata de barras energéticas elaboradas con panela, quinua y amaranto.

|          | Factor                                         | ¿Cómo se comporta el factor?                                                                                                                                                                                                  | IP | t             | T        | Implicaciones de importancia |   |        | Impacto empresa | Enlace                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------|----------|------------------------------|---|--------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                |                                                                                                                                                                                                                               |    |               |          | I                            | R | O      |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Político | Colombia cuenta con tratados de libre comercio | Colombia cuenta con 16 tratados comerciales vigentes. Estos tratados pactados entre diferentes países cuentan cada uno con normas particulares y con políticas específicas que permiten aprovechar las garantías que ofrecen. | 3  | 2 años        | Positivo | > 4                          | x | 20,4 % | 1,22            | <a href="https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/998/1/ANA-spa-2018-Estudio_de_an%C3%A1lisis_sectorial_Ergosourcing.pdf">https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/998/1/ANA-spa-2018-Estudio_de_an%C3%A1lisis_sectorial_Ergosourcing.pdf</a>                                               |
|          | OCDE                                           | Colombia ingresó a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), importante centro de intercambio de buenas prácticas en políticas públicas del cual Colombia puede beneficiarse.                     | 1  | 1 año 4 meses | Positivo | > 1                          | x | 12,5 % | 0,06            | <a href="https://www.larepublica.co/globoeconomia/ocde-pide-elevar-la-confianza-en-los-negocios-y-evitar-contagios-en-las-economias-2908702">https://www.larepublica.co/globoeconomia/ocde-pide-elevar-la-confianza-en-los-negocios-y-evitar-contagios-en-las-economias-2908702</a>                         |
|          | Ley 1943 de 2018                               | Beneficios tributarios del 25 % de la inversión realizada en ciencia, Tecnología e innovación. Tipo de proyectos de investigación, desarrollo experimental, innovación de productos o procesos.                               | 3  | 12 meses      | Positivo | > 3                          | x | 32 %   | 1,44            | <a href="https://www.gupobancolombia.com/wps/portal/negocios-pymes/actualizate/legal-y-tributario/beneficios-tributarios-para-pymes">https://www.gupobancolombia.com/wps/portal/negocios-pymes/actualizate/legal-y-tributario/beneficios-tributarios-para-pymes</a>                                         |
| Economía | Mandato presidencial                           | La nueva presidencia del país ha definido como pilares fundamentales la legalidad, el emprendimiento y la equidad, con ejes transversales en materia de infraestructura, sostenibilidad ambiental e innovación.               | 1  | 4 años        | Positivo | > 1                          | x | 3,3 %  | 0,017           | <a href="https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Presidencia/Articulado-Plan-Nacional-de-Desarrollo-2018-2022-Pacto-para-Colombia-Pacto-para-la-Equidad.pdf">https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Presidencia/Articulado-Plan-Nacional-de-Desarrollo-2018-2022-Pacto-para-Colombia-Pacto-para-la-Equidad.pdf</a> |
|          | Consumo de suplementos alimenticios            | Colombia es el cuarto país que consume suplementos alimenticios.                                                                                                                                                              | 3  | 12 meses      | Positivo | > 4                          | x | 7,7 %  | 0,462           | <a href="https://www.portafolio.co/economia/finanzas/colombia-cuarto-pais-latinoamericano-consume-suplementos-alimenticios">https://www.portafolio.co/economia/finanzas/colombia-cuarto-pais-latinoamericano-consume-suplementos-alimenticios</a>                                                           |

|             |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |   |             |          |    |   |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------|----------|----|---|--------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Social      | Comercialización<br>mercado de barras<br>nutricionales            | Colombia ha tenido un<br>crecimiento exponencial en los<br>últimos años, que pasó de 100<br>toneladas en 2011, hasta 1600<br>toneladas en 2017.                                                                                                     | 3 | 12<br>meses | Positivo | >4 | x | 25 %   | 1,5   | <a href="https://www.legiscomex.com/Documentos/barras-cereales-frutas-colombia-ceuu-nov-27-14-8not">https://www.legiscomex.com/Documentos/barras-cereales-frutas-colombia-ceuu-nov-27-14-8not</a><br><a href="https://www.portafolio.co/opinion/roberto-junguito/crecimiento-del-segundo-trimestre-532767">https://www.portafolio.co/opinion/roberto-junguito/crecimiento-del-segundo-trimestre-532767</a>                                                                                                       |
|             | Crecimiento de las<br>exportaciones                               | Colombia ha tenido un<br>crecimiento en las<br>exportaciones del 1,2 % por<br>trimestre.                                                                                                                                                            | 3 | 12<br>meses | Positivo | >4 | x | 0,6 %  | 0,036 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | Generación de<br>empleo en zona de<br>influencia del<br>proyecto. | Generación de empleo en zona<br>de influencia del proyecto.<br>Socioeconómico. Es un<br>impacto positivo dado que, en<br>todas las actividades del<br>procesamiento de productos<br>alimenticios hay un alto<br>componente de recurso<br>humano.    | 2 | 6<br>meses  | Positivo | >1 | x | 11,4 % | 0,114 | Tasa de<br>desempleo<br><a href="https://elnuevooliberal.com/sube-el-desempleo-en-popayan-y-preocupan-los-niveles-de-pobreza/">https://elnuevooliberal.com/sube-el-desempleo-en-popayan-y-preocupan-los-niveles-de-pobreza/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Tecnológico | Producción de<br>materias primas                                  | La comunidad cajibiana tiene<br>oportunidades económicas y<br>de tranquilidad, por ser una<br>zona productiva y próspera,<br>productora de caña panelera.                                                                                           | 2 | 3<br>meses  | Positivo | >3 | x | 10 %   | 0,3   | <a href="https://www.contextoganadero.com/agricultura/en-cauca-aseguran-produccion-y-comercializacion-de-panela">https://www.contextoganadero.com/agricultura/en-cauca-aseguran-produccion-y-comercializacion-de-panela</a><br><a href="http://anterior.cauca.gov.co/noticias-dependencias/en-marcha-nuevos-indicadores-socioeconomicos-de-municipios-del-cauca-anuncia-0">http://anterior.cauca.gov.co/noticias-dependencias/en-marcha-nuevos-indicadores-socioeconomicos-de-municipios-del-cauca-anuncia-0</a> |
|             | Plataforma<br>interactiva<br>Tangara                              | Actualmente, cuenta con la<br>estrategia de gobierno en<br>línea, y en un esfuerzo por<br>mejorar la calidad de la<br>información socioeconómica<br>del departamento se cuenta<br>con la implementación de la<br>plataforma interactiva<br>Tangara. | 1 | 12<br>meses | Positivo | >1 | x | 57,6 % | 0,288 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|           |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                          |   |          |          |     |   |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------|----------|-----|---|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación Gobernación del Cauca | Plan para la consolidación de una nueva política de Ciencia, Tecnología e Innovación. Este plan contempla la emergencia de un nuevo orden democrático y participativo regional con base en el conocimiento.              | 1 | 12 meses | Positivo | > 1 | x | 52 % | 0,26 | <a href="http://www.unicauca.edu.co/innovacioncauca/sites/default/files/convocatorias/Areas%20Estrategicas/conciencia_cauca_ebook.pdf">http://www.unicauca.edu.co/innovacioncauca/sites/default/files/convocatorias/Areas%20Estrategicas/conciencia_cauca_ebook.pdf</a>                                                                                                                |
| Ambiental | Asociación Nacional de Empresarios (Andi)                                                | 2030 las empresas aprovechen por lo menos el 30% de los recipientes y envolturas que generan. En el 2018 el Gobierno lanzó la Estrategia Nacional de Economía Circular.                                                  | 3 | 2 años   | Positivo | : 4 | x | 30 % | 1,8  | <a href="https://www.lapatria.com/economia/economia-circular-un-nuevo-ciclo-para-las-empresas-442902">https://www.lapatria.com/economia/economia-circular-un-nuevo-ciclo-para-las-empresas-442902</a>                                                                                                                                                                                  |
| Legal     | Nueva Resolución 1407 de 2018                                                            | El Ministerio de Medio Ambiente expidió la resolución para reglamentar el uso de envases y empaques. (Plan de Gestión Ambiental de Residuos de Envases y Empaques” que fomenta el aprovechamiento y su reutilización).   | 3 | 2 años   | Positivo | : 4 | x | 10 % | 0,6  | <a href="http://www.maat.com.co/nueva-reglamentacion-para-la-gestion-de-residuos-de-envases-y-empaques-resolucion-1407-de-2018/">http://www.maat.com.co/nueva-reglamentacion-para-la-gestion-de-residuos-de-envases-y-empaques-resolucion-1407-de-2018/</a>                                                                                                                            |
|           | Normas INVIMA                                                                            | Se encargan de proteger y promover la salud de la población, mediante la gestión del riesgo asociada al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos objeto de vigilancia sanitaria. | 3 | 2 años   | Positivo | : 4 | x | 30 % | 1,8  | <a href="https://www.invima.gov.co/que-hacemos">https://www.invima.gov.co/que-hacemos</a><br><a href="https://www.cronicadelquindio.com/noticia-completa-titulo-que-tan-informado-siente-con-las-etiquetas-de-los-alimentos-nota-129976.htm">https://www.cronicadelquindio.com/noticia-completa-titulo-que-tan-informado-siente-con-las-etiquetas-de-los-alimentos-nota-129976.htm</a> |
|           | Ley 214 de 2018 sobre etiquetado de alimentos                                            | Esto debido a que la información que aparece en la tabla nutricional de los productos no es clara y a veces es falsa.                                                                                                    | 3 | 2 años   | Negativo | : 4 | x | 10 % | 0,6  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Tabla 10

Ejemplo de matriz PESTEL proyecto barras energéticas

Fuente: Elaboración propia.

## Herramienta de diagnóstico

### DOFA

Ya se desarrolló la herramienta PESTEL para el análisis externo de la organización, para complementarlo ahora se presenta la herramienta DOFA, también llamada FODA por sus siglas que son Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas (Pérez y Merino, 2017). Dado que la Norma ISO 14001 especifica en su numeral 4.1 determinar las cuestiones externas e internas entonces se recomienda utilizar esta herramienta para identificar los propósitos de la organización que pueden afectar los resultados de los sistemas de gestión y sobre todo el sistema de gestión ambiental (ICONTEC, 2015).

La herramienta DOFA es generalmente utilizada para establecer el diagnóstico de la empresa expresando las cuestiones externas e internas de la organización en el ámbito de su planeación estratégica. Por ser tan popular y conocida pocas organizaciones la desarrollan adecuadamente. Normalmente se realiza la primera parte de la metodología de la DOFA que es llenar el cuadro de la matriz por medio de una lluvia de ideas identificando las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas sin llegar a realizar todos los pasos de la herramienta. Eso no es de gran ayuda para encontrar estrategias asertivas del proyecto u organización.

En la presente guía de clase no se pretende dar una amplia y detallada metodología de la DOFA, ni profundizar en la herramienta de diagnóstico de la planeación estratégica, solo se desarrollará como la herramienta PESTEL. Se presentará un estudio de caso práctico con el fin de desarrollar el verdadero objetivo de la materia de gestión ambiental y presentar unas pautas para determinar el contexto de la organización.

El análisis DOFA determina el grado de vulnerabilidad para marcar el desempeño de la empresa ante las situaciones internas y externas que están afectando su crecimiento, por tal razón se realiza el primer análisis de PESTEL como insumo de las oportunidades y amenazas críticas de la empresa.

El DOFA se puede complementar con otros estudios como el modelo CANVAS o el modelo de perfil competitivo, modelo de capacidades, modelo de las cuatro Fuerzas de Porter entre otros, para presentar un panorama más amplio del contexto de la organización dentro del medio. Es importante hoy por hoy, que el método DOFA por su fácil utilización no solo se maneja en el ámbito empresarial sino también en lo personal, en los proyectos, en problemas técnicos, logística, ampliación de portafolios, nuevas inversiones e implementación de procesos como es el caso de la presente Guía docente que es para la implementación del sistema de gestión ambiental.

Es de suma relevancia reconocer que el Modelo DOFA es una metodología validada y preparada para poder generar resultados de alto impacto a la empresa. Por ello contribuye a tomar las mejores estrategias y decisiones en temas del SGA.

En ese sentido, el DOFA es una herramienta para determinar las estrategias de la organización. Como primer paso se hace una evaluación interna a partir de: las fuerzas (F) fundadas y propias de la organización, y a su vez las debilidades (D) que toda organización tiene o se generan por el constante cambio en el que se encuentran.

La evaluación externa contempla elementos como: la competencia, la economía, la ecología, el desarrollo social y cultural, circunstancias políticas y tecnológicas que representan las oportunidades (O) y amenazas (A) (ICONTEC, 2015).

Todos los componentes del DOFA se combinan mediante una matriz para maximizar las oportunidades y fuerzas de la empresa, o minimizar las debilidades y las amenazas. Se presenta siguiendo el ejemplo de la empresa SEM ingenieros:

| E<br>N<br>T<br>O<br>R<br>N<br>O<br>E<br>X<br>T<br>E<br>R<br>N<br>O | Entorno interno                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                    | Matriz DOFA<br><br>SEM ingenieros                                                                                                                                                                                                                                     | <u>Fortalezas</u>                                                                                                                                                                                 | <u>Debilidades</u>                                                                                                                                                                                       |
|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                       | Conocimiento del servicio ofertado.<br>Entrega a tiempo del servicio.<br>Capacidad de servicio.<br>Dotación del laboratorio.<br>Buena infraestructura del laboratorio.<br>Buen manejo del tiempo. | Falta de un proceso gerencial.<br>Falta de estabilidad laboral.<br>Falta de mercadeo.<br>Falta de buena comunicación.<br>Falta de capital económico.<br>Falta de capacitación en normas de acreditación. |
|                                                                    | <u>Oportunidades</u>                                                                                                                                                                                                                                                  | <u>Estrategias FO maxi maxi</u>                                                                                                                                                                   | <u>Estrategias DO mini maxi</u>                                                                                                                                                                          |
|                                                                    | Invertir en certificación por ente externo.<br><br>Proponer nuevos servicios de mantenimiento.<br>Invertir en proceso de validación de cadena de frío.<br>Invertir en equipos de evaluación de desempeño.<br>Invertir en servicios de calidad de RX.                  | Aumentar tres variables de evaluación de desempeño.<br>Ampliar el portafolio de mantenimiento equipos.<br>Ampliar portafolio a ventas de equipos.                                                 | Lanzar una campaña publicitaria por la ciudad a las IPS<br>Contratar de forma directa dos técnicos de mantenimiento                                                                                      |
|                                                                    | <u>Amenazas</u>                                                                                                                                                                                                                                                       | <u>Estrategias FA maxi mini</u>                                                                                                                                                                   | <u>Estrategias DA mini mini</u>                                                                                                                                                                          |
|                                                                    | Nuevo decreto de habilitación de servicios de salud.<br>Crecimiento de laboratorios de metrología biomédica.<br><br>Bajos precios de los servicios en el mercado.<br>Bajo control de las secretarías y distritos a las IPS y ESE.<br>Malas prácticas de contratación. | Dotar de equipos para mantenimiento.<br>Evaluar precios del mercado y proponer precios.<br>Contratar de forma directa dos técnicos de mantenimiento.                                              | Capacitar al personal en normas de acreditación.<br>Certificar el modelo de gestión en las Normas ISO.                                                                                                   |

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 3:  
Análisis de ciclo de vida

Antecedentes

Finalizando 1960, los países industrializados (Suecia, Inglaterra, Suiza y los Estados Unidos) empezaron a pensar en la problemática generada por los impactos que presentaban las industrias. Desde ese momento se empezó a repensar cómo producir de una manera más amigable con el medioambiente. Y se empieza a analizar el ciclo de vida de un producto (Hidalgo y Romero, 2007).

El análisis de ciclo de vida (ACV), también conocido como evaluación del ciclo de vida (ECV), análisis de la cuna a la tumba, balance ambiental o balance ecológico, es una herramienta que maneja la metodología de diseño que evalúa los impactos ambientales tanto de un producto como de un servicio durante las líneas de producción o las etapas de su existencia. Estas se clasifican como extracción, producción, distribución, uso y fin de vida, y se incluye en la etapa de fin la reutilización, reciclaje, valorización y eliminación / disposición de los residuos / desechos.

La preocupación ambiental a nivel mundial unió al comité organizador de la serie de normas ISO 14000 y al sector industrial y productivo que desarrolló el concepto del ciclo de vida. De esa unión la ISO entre los años de 1997 al 2003 trabajó en la formulación de normas referentes al ACV, y crearon la serie ISO 14040. Como ejemplo traemos a Bang&Olufsen, organización encargada de fabricar las carcasas de los televisores, realizaron un ACV para poder encontrar un material que tenga un menor impacto para este producto. Lograron identificar que un posible material alternativo era la madera que generaba menor impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida si se comparaba con otros materiales como el plástico o el aluminio.

| Norma ISO correspondiente al análisis de ciclo de vida |                           |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|
| 14040                                                  | Análisis de ciclo de vida |
| 14041                                                  |                           |
| 14042                                                  |                           |
| 14043                                                  |                           |
| 14047                                                  |                           |
| 14048                                                  |                           |

Tabla 11  
Normas de la serie ISO 14000 específicas en el análisis de ciclo de vida  
Fuente: Elaboración propia.

Entre las series de normas que se tienen en la ISO 14000, existen las que se encargan del ciclo de vida y el análisis que debe realizarse a un producto. Estas normas intentan hacer un análisis de todos los procesos productivos que se deben llevar a cabo, desde la materia prima para luego transformarla en un producto, pero además se encarga de su reaprovechamiento, entrando nuevamente a una fase del proceso de producción o de la disposición final cuando este haya cumplido su vida útil. En la siguiente tabla se presentan las diferentes normas ISO que tratan sobre el análisis del ciclo de vida de un producto.

### **Norma ISO 14040**

En general el análisis del Ciclo de Vida (ACV), se toma como una metodología que permite determinar los posibles impactos ambientales asociados a un producto o servicio, y se realiza desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final. La norma tiene en cuenta si estos subproductos pueden ser ingresados nuevamente a un proceso de la línea de producción o si son residuos cómo lograr su reaprovechamiento, sin permitir que terminen en un relleno sanitario.

Según la norma internacional ISO 14040 el concepto más acertado para definir el análisis de ciclo de vida es

técnica para determinar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados a un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos potenciales asociados a estas entradas y salidas e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio (ISO 14040, citado por Hidalgo y Romero, 2007, p. 10).

La ISO 14040 (2006), comprende estudios de análisis de ciclo de vida y análisis de inventario del ciclo de vida de un producto o servicio, en la siguiente tabla se definen los principios que se deben tener en cuenta a la hora de implementar dicha metodología.

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objeto y campo de aplicación:</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Objetivo y alcance del ACV</b></li><li>- <b>inventario de ciclo de vida (ICV)</b></li><li>- <b>Evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV)</b></li><li>- <b>interpretación de ciclo de vida</b></li><li>- <b>informe y revisión de ACV</b></li><li>- <b>Limitaciones de ACV</b></li></ul> |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Tabla 12*  
Principios para hacer ACV  
Fuente: Hidalgo y Romero (2007).

### **Etapas del análisis de ciclo del vida**

La herramienta del análisis del ciclo de vida es utilizada para mitigar la contaminación en los sistemas productivos. No existen procedimientos específicos, pero podemos encontrar una serie de aproximaciones útiles en función de las necesidades a solucionar mediante este tipo de metodología.



El principio básico de este ciclo es la identificación y descripción de las etapas de generación de un producto, desde la extracción y tratamiento de las materias primas, pasando por la producción, la distribución y uso del producto, para finalizar con una posible reutilización, reciclaje o desecho del producto. En la figura 5 se observan las etapas que pueden ser analizadas dentro del ciclo de vida de un producto, y en la tabla 12 se encuentran las descripciones de cada una de las seis etapas del ACV.

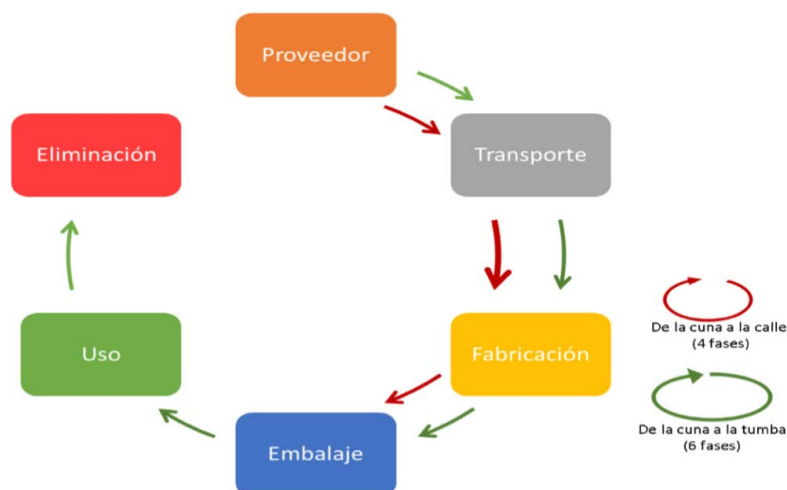


Figura 5

Etapas del ciclo de vida de un producto

Fuente: elaborado a partir de Hidalgo y Romero (2007, p. 11).

| Etapa                                | Descripción                                                                                                                |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Materias primas                      | Todas las actividades generadas en la extracción de materias primas y las intervenciones de la energía del medio ambiente. |
| Manufactura, procesado y formulación | Actividades donde se transforman las materias primas y energía en el producto final.                                       |
| Distribución y transporte            | Traslado del producto terminado al cliente.                                                                                |
| Uso/reutilización/mantenimiento      | Utilización del producto terminado a lo largo de su vida en servicio.                                                      |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reciclaje               | Esta etapa comienza cuando el producto ha culminado su vida útil y en seguida se recicla mediante el mismo sistema de producto (como un ciclo cerrado de reciclaje) o ingresa en un nuevo sistema de producto (como ciclo de reciclaje abierto). |
| Gestión de los residuos | Comienza una vez que el producto ha servido a su función y se devuelve al medio ambiente como residuo.                                                                                                                                           |

*Tabla 13*  
Descripción de las etapas del análisis de ciclo de vida de un producto

El análisis de ciclo de vida presenta diversos beneficios, en términos financieros es posible abaratar costos (por ejemplo, transporte y distribución), según sea la eficiencia las materias primas, insumos y energía. Por ser una técnica de análisis, las organizaciones pueden obtener ventajas en cuanto a la certificación de sus productos bajo esquemas de sellos ambientales o etiquetas ecológicas, que dan valor agregado.

***Estudio de caso: proceso productivo del PET (polietileno) y recuperación de este material para ingresarlo a un nuevo ciclo de vida.***

Una bolsa plástica de uso para supermercados de entre 18 y 30 micrómetros espesor está hecha aproximadamente de 5 gramos de polietileno de baja densidad, polietileno lineal, polietileno de alta densidad o de polipropileno.

El impacto que genera para el medio ambiente este tipo de envase o embalaje está en los niveles de muy grave, teniendo en cuenta que se necesita más de un siglo para su descomposición.

AREMARPO es una organización creada en 1987 por iniciativa del doctor Carlos Erazo, médico jefe del puesto de salud del barrio Alfonso López. La entidad está conformada por un grupo de recuperadores de la ciudad de Popayán. La organización presta un servicio de recolección de material inorgánico (papel, cartón, vidrio, metal y PET), es una entidad sin ánimo de lucro, la cual une esfuerzos para la mejora continua de la actividad del reciclaje.

Aporta componentes de sustentabilidad, al resolver algunos de los problemas económicos de las 100 familias de los 65 asociados, recicladores de oficio, que se benefician de la organización, además de contribuir a la conservación ambiental, visual y ecológica de la ciudad de Popayán. Dentro de la organización se encuentra un grupo de mujeres cabeza de familia, quienes aprovechan el polietileno de baja densidad (bolsas plásticas) generado por el de posconsumo y que además es de un solo uso, por lo que se genera en grandes cantidades. Se estima que en la ciudad de Popayán se generan aproximadamente 800 toneladas de plástico por mes, lo que supone que cada persona estaría usando al menos 30 bolsas. Como sabemos la protección del medioambiente se ha convertido no solo en un derecho y un deber, sino también en una obligación del Estado y los ciudadanos. Por tanto, la empresa se planteó la siguiente pregunta ¿qué tan viable es la fabricación de nuevos productos a partir de

residuos inorgánicos generados por el posconsumo?, mitigando el impacto que estos residuos provocan, y así en lugar de que estos residuos vayan como fase final del ciclo de vida a los rellenos sanitarios, entren en una nueva fase de aprovechamiento, para la elaboración de productos como postes y estibas plásticas.

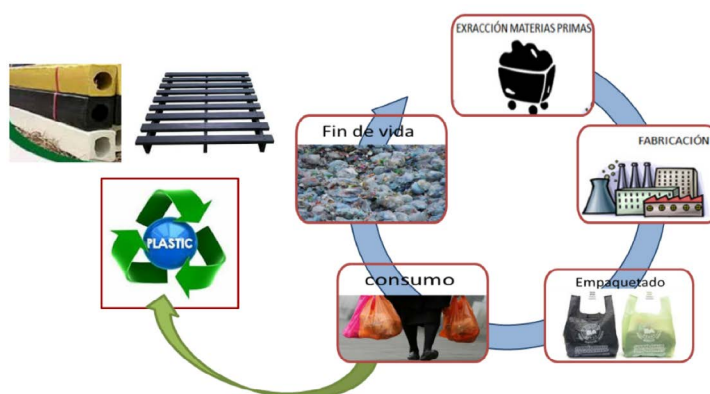


Figura 6

Diagrama del ciclo de vida del polietileno de baja densidad (PEBD).

Aprovechamiento en nuevos materiales

Fuente: elaboración propia.

| Etapa                 | Descripción                                                                                                                                                   |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Materias primas       | Polietileno de baja densidad, energía, colorantes.                                                                                                            |
| Proceso y fabricación | En la transformación de las materias primas se siguen principalmente tres pasos: la extrusión, la impresión y el corte.                                       |
| Transporte            | Distribución.                                                                                                                                                 |
| Uso                   | Su función es servir como envase o embalaje (como ejemplo tenemos las bolsas tipo camiseta que nos sirven para transportar mercancías desde un supermercado). |
| Reciclaje             | Se pretende darle un nuevo uso en un nuevo material (por ejemplo, postes y estibas).                                                                          |
| Eliminación           | Deposición en rellenos sanitarios.                                                                                                                            |

Tabla 14

Etapas del análisis de ciclo de vida de una bolsa plástica

Fuente: elaboración propia.

## Relación entre la norma ISO 14040 (análisis del ciclo de vida) y la norma ISO 14001 (sistemas de gestión ambiental)

Mientras que la ISO 14001 se centra en la administración ambiental de una organización, la ISO 14040 se encarga de analizar cómo el proceso productivo de la organización puede impactar de forma negativa al medioambiente y plantea alternativas para mitigar estas afectaciones.

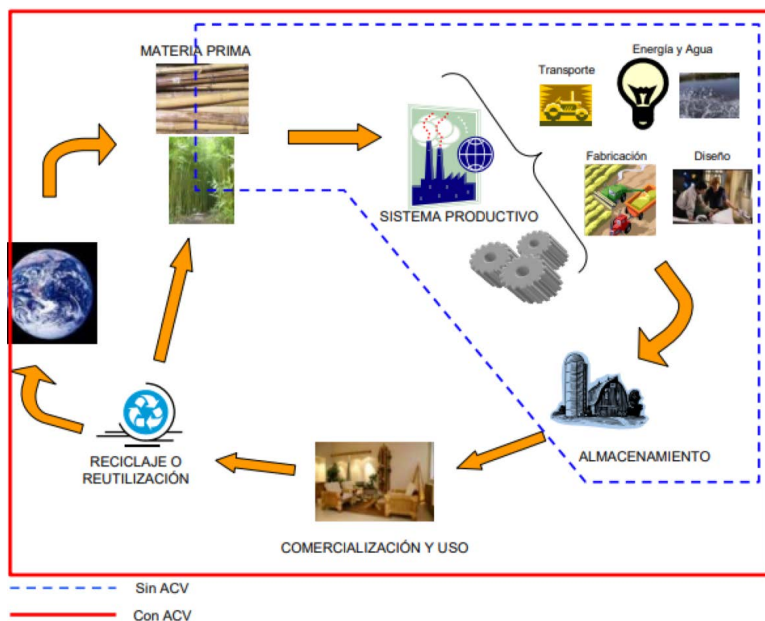


Figura 7

Alcance de un sistema de gestión ambiental vs. un análisis de ciclo de vida

Fuente: Tomás Gómez Navarro citado en Hidalgo y Romero, (2007, p. 20)

La metodología manejada por la ISO 14040 al igual que por las demás normas de las series ISO 14000 se enmarca en el ciclo de mejoramiento continuo de Deming, cuyas fases son: planificar, implementar, verificar y actuar, visto en el capítulo 1.

### Identificación de aspectos e impactos medioambientales

Para realizar el diagnóstico de los aspectos e impactos medioambientales que se encuentran asociados al proceso de producción de un producto o servicio, se debe primero crear una imagen clara de las operaciones involucradas en el proceso, luego se debe separar cada uno de esos procesos identificados y finalmente se deben discriminar los aspectos involucrados por proceso individual y los impactos de cada aspecto (ver figura 4).

Al realizar esta metodología se podrá valorar los impactos de forma particular, lo que implicará resultados más manejables. Y así, identificar globalmente tanto los aspectos como los impactos producidos en la organización.

En una evaluación ambiental completa se deben tener en cuenta las siguientes características para cada proceso (Roberts y Robinson, 1999):

- Uso energético
- Uso del agua
- Uso de materias primas
- Uso de productos químicos
- Sustancias o residuos peligrosos
- Almacenaje
- Emisiones al aire
- Efluentes al agua
- Vertimientos al suelo
- Situaciones anómalas

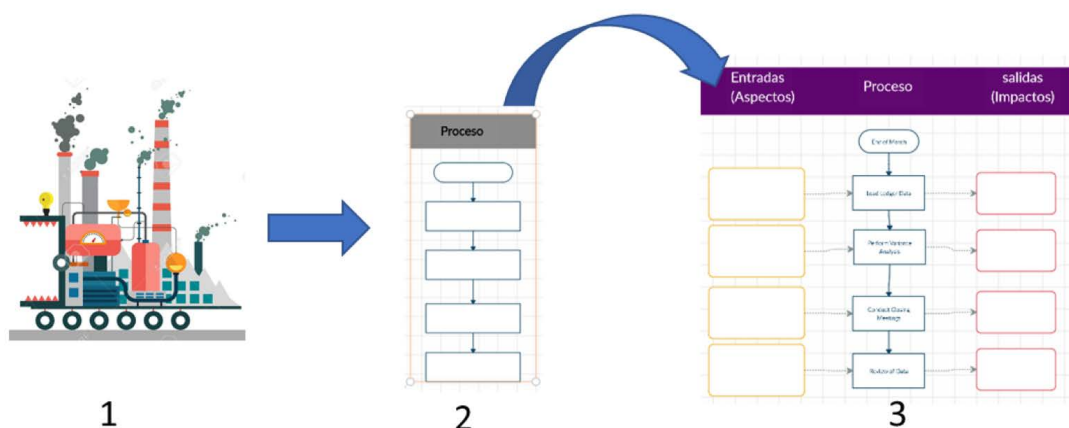


Figura 8

Pasos para la generación del diagrama de procesos con las entradas y salidas

Fuente: Elaboración propia.

### **Análisis de la situación actual**

Este tipo de análisis es muy importante para conocer el estado en el que se encuentra la empresa antes de iniciar un programa de gestión ambiental. Hay que recolectar información de la empresa, realizar visitas a la planta para la identificación de sitios de críticos o de interés, por sus altos consumos de materiales, recursos, emisiones o vertidos significativos. Con esto se pueden identificar los procesos de mayor interés en el programa a implementar.

### **Descripción general de procesos**

En esta fase, se recopila información general de los procesos productivos, para esto, se requieren datos como tipos de productos, cantidad de materias primas (en lo posible por la línea de producción), consumo de agua, consumo de energía, gastos en disposición de residuos sólidos (cantidad en toneladas si es posible), sistema de tratamiento de aguas residuales (si existe) y capacidad de producción.

### ***Esquematización de los procesos productivos***

Después de definir los procesos más importantes se procede a crear un esquema mediante diagramas de flujo. Este tipo de gráficos contribuye a la comprensión específica de cada acción que se desarrolla en cada proceso. Así, las oportunidades de mejora serán más fáciles de entender.

Pasos para el esquema de los procesos productivos:

- Definición de operaciones unitarias.
- Generación de los diagramas de flujo.
- Identificación de entradas al proceso.
- Identificación de salidas del proceso.

#### ***Entradas al proceso***

En esta fase se deben identificar las entradas más importantes y dejar para un segundo ciclo de prevención de la contaminación otras entradas difíciles de identificar o que se cree que son muy difíciles de cuantificar. Los criterios para definir una entrada importante son: costo, cantidad, toxicidad y legislación aplicable. Para la identificación de las entradas del proceso es vital que se encuentren presentes los encargados de los procesos en línea, e inclusive los operarios, ya que son ellos los que conocen de mejor manera cada proceso en específico.

#### ***Salidas del proceso***

Finalmente, se identifican las principales salidas de cada operación unitaria. Una vez más, dicha identificación debe ser orientada en función de: costo, volumen, legislación aplicable, toxicidad y oportunidades de reaprovechamiento o reciclaje al interior de la organización.

La identificación de operaciones unitarias, la elaboración de los diagramas de flujo, la caracterización de entradas y de salidas, juntas, forman la base principal para desarrollar el 'balance de materiales'.

### ***Estudio de caso. Identificación de aspectos e impactos para cada proceso de elaboración de la panela***

DULCE SABOR es una microempresa netamente familiar ubicada en el departamento del Cauca que se dedica principalmente a la producción de panela a partir de la caña de azúcar. El funcionamiento de esta empresa ha pasado de generación en generación como tradición familiar, inició con cinco trabajadores y actualmente funciona con más de veinte empleados y una planta de producción. La empresa ofrece productos de alta calidad, que se ajustan a las necesidades de sus clientes, lo cual la ha llevado a ser competitiva a nivel regional y nacional.

A pesar de ello, la microempresa genera residuos tales como vertimientos de aguas residuales de gases tóxicos, residuos sólidos que generan contaminación a la atmosfera, aguas y suelos. Algunos son desechados y no se les da un uso adecuado, además se producen vertimientos de aguas en varias de las etapas de producción entre otros impactos que pueden ser perjudiciales para el medioambiente.

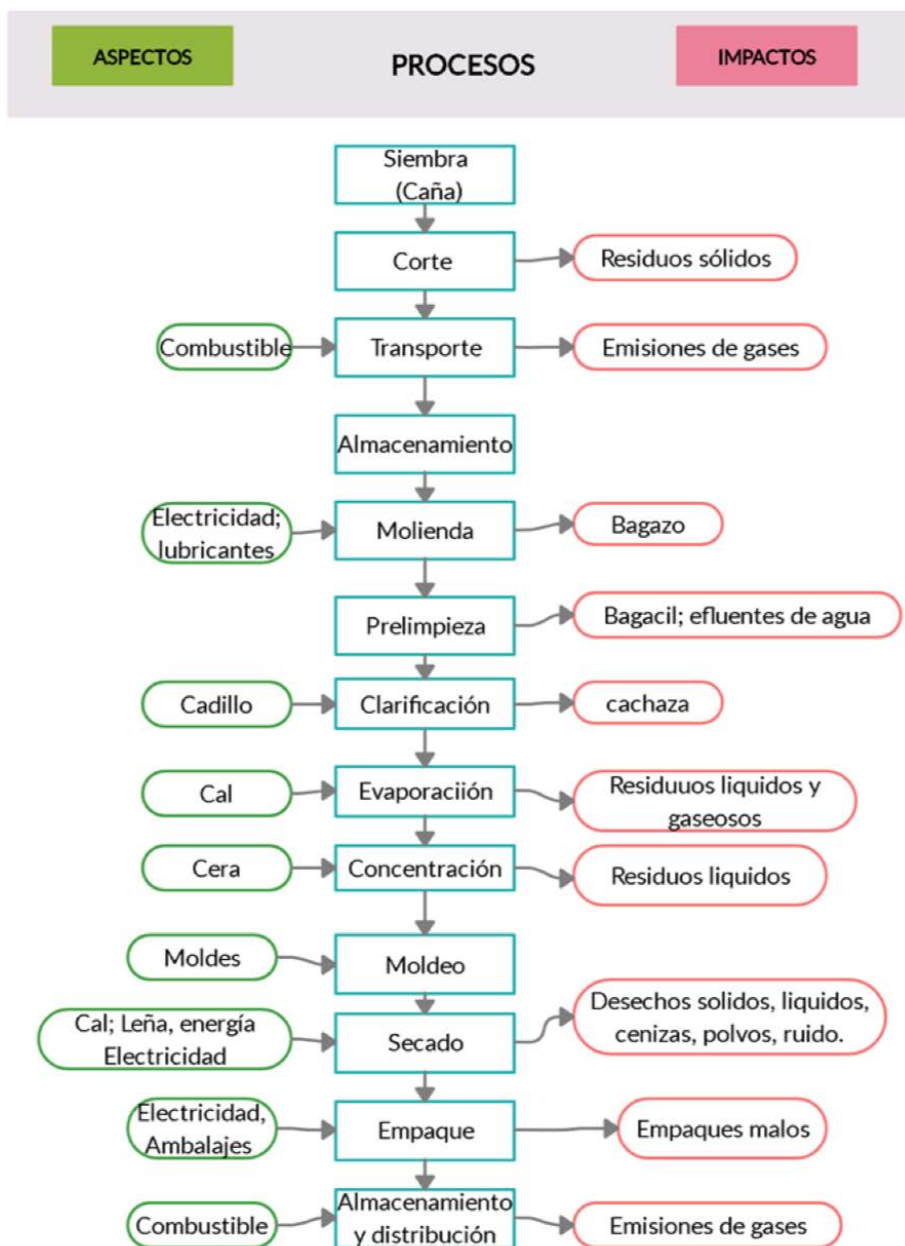


Figura 9

Diagrama de flujo del proceso de elaboración de panela

Fuente: Elaboración propia.

| Aspectos    | Impacto                   | Riesgos (amenazas, oportunidades)                                                                           | Plan de acción                                                                             | Control operacional                                                                     | Indicador                                                    | Evaluación de desempeños                                           |
|-------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Energía     | Emisiones a la atmósfera. | <b>Amenazas:</b><br>I) Contaminación cruzada por falta de buenas prácticas, del mal uso de los implementos. | Aprovechamiento de los residuos sólidos del bagazo para la elaboración de nuevos productos | Limpieza permanente de los equipos.                                                     | Valor límites en la producción de panela:                    | Mediciones de gases tóxicos y aguas residuales.                    |
| Aguas       | Vertimiento de agua       |                                                                                                             | Tratamiento de aguas residuales para su disposición final                                  | Control de calidad a las envolturas e ingredientes secundarios como el cadillo.         | Cenizas: 0,8 % como mínimo.                                  | Inspección visual de los equipos de trabajo a la hora del proceso. |
| Lubricantes |                           |                                                                                                             |                                                                                            |                                                                                         | Humedad: 9,0 % máximo.                                       |                                                                    |
| Cadillo     | Cargas al suelo           | Que la panela esté adulterada                                                                               | Separación en la fuente de residuos sólidos                                                | Capacitación del personal para una adecuada operación.                                  | Azúcares reductores, expresados en glucosa, en 5,5 % máximo. |                                                                    |
| Maquinaria  |                           | <b>Oportunidades:</b><br>Reutilización del bagazo                                                           |                                                                                            | Control de la cantidad de lubricantes en el trapiche que no se disuelva con el guarapo. | Colorantes: negativo                                         |                                                                    |
|             |                           | No manejo de cal<br>Estar ubicada la planta en un lugar adecuado                                            |                                                                                            |                                                                                         |                                                              |                                                                    |

Tabla 15  
Matriz de aspectos e impactos para la producción de panela  
Fuente: elaboración propia.

### Software ACV

Con base en el análisis de ciclo de vida se han generado diversos programas que permiten su cuantificación, estos programas traen incorporadas bases de datos muy amplias. Algunos de los softwares más usados son: Simapro, GaBi (IKP), LCAit (Chalmers), TEAM (Ecobilan group), Umberto (IFEU). En la tabla 3 se presentan las principales herramientas utilizadas en la elaboración del ACV con los diferentes programas. En el capítulo 4 abordaremos el manejo del programa Simapro 9.0 como recurso en el análisis de ciclo de vida de dos productos.

| Software | Compañía                                  | País            | Observaciones                                                                                       | Más información              |
|----------|-------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Gabi     | Stuttgart University                      | Germany         | En contraste son las herramientas clásicas de ACV este programa ofrece además un análisis económico | www.gabi-software.com        |
| Simapro  | Pré-consultants                           | The Netherlands | Compara y analiza complejos productos descomponiéndolos en todos sus materiales y procesos          | www.pre.nl                   |
| Boustead | Bousted Consulting                        | United Kingdom  | Aplicación industria química, plásticos, acero,...                                                  | www.bousted-consulting.co.uk |
| LCAit    | Chalmers Industrienik                     | Sweden          | Balance de energía y materiales. Aplicación principal en el sector envases y productos papel        | www.ekologik.cit.chalmers.se |
| Euklid   | Fraunhofer-Institut                       | Germany         | productos industriales                                                                              | www.ivv.fhg.de               |
| KCL ECO  | Finnish Pulp and Paper Research Institute | Finland         | industria papelera                                                                                  | www.kcl.fi/eco/              |



|         |                            |         |                                                                                        |                         |
|---------|----------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| WISARD  | Pricewaterhouse<br>Coopers | France  | Análisis del impacto económico y<br>ambiental del residuo sólido<br>municipal          | www.pwcglobal.com       |
| Umberto | Ifeu-Institut              | Germany | preparación de ACV , ecobalances<br>empresariales                                      | www.ifeu.de/umberto.htm |
| TEAM    | Ecobilan                   | France  | Muy completo, su base de datos<br>incluye más de 500 módulos de<br>diferentes sectores | www.pwcglobal.com       |

Tabla 16

Principales softwares utilizados en el análisis de ciclo de vida.

Fuente: elaboración propia.

### Ejercicio 3

#### A. Preguntas:

1. Según la norma internacional ISO 14040 cuál es la definición más acertada para el análisis de ciclo de vida de un producto o servicio.
2. Nombre las seis etapas del análisis de ciclo de vida y describa brevemente cada una de ellas.
3. ¿Cuál es el campo de aplicación del análisis de ciclo de vida?
4. ¿Cuál es la diferencia que se presenta entre un sistema de gestión ambiental y un análisis de ciclo de vida?

#### B. Casos propuestos:

1. Elaborar un diagrama de procesos para el caso del producto de la yuca.

#### **Caso de estudio. Análisis de ciclo de vida**

CYTBLA, el Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología de Biomoléculas de Interés Agroindustrial, recientemente adelantó estudios acerca del aprovechamiento del almidón de yuca para la elaboración de materiales vegetales que reemplacen las bolsas plásticas. Esto permite que el ciclo de vida de este producto sea más completo, por ser un material vegetal los residuos de estas bolsas van a tener tiempos de degradación aproximados de 90 días, y pueden ser de utilidad en compostajes generando impactos positivos al medioambiente (Delgado et al., 2016).

2. Elaborar un cuadro donde se especifiquen las etapas del análisis de ciclo de vida para la producción de empaques de fique.

#### **Caso de estudio. Análisis de ciclo de vida para fibras vegetales de fique e iraca.**

Eco Empaques es una empresa creada en los años cuarenta. Inicia como práctica artesanal y tradición familiar, su etapa productiva inicia con la elaboración de empaques, sombreros, bolsos a partir de fibras vegetales (iraca y fique) y colorantes naturales, con maquinaria manual y mano de obra familiar. Rápidamente el negocio familiar empieza a crecer, y surge la necesidad de adquirir nueva tecnología y contratación de recursos humanos. La materia

prima es adquirida de los productores de la zona, ayudando, de esta manera, a sus vecinos que tienen como principal actividad la agricultura. Apoyados en la producción limpia esta organización hace que sus procesos generen el mínimo impacto al medio ambiente y muchos de sus residuos de fibras cortas se reutilizan en la elaboración de artesanías.

3. En grupos de 3 personas elaborar un diagrama de procesos para un producto o servicio elegido por el grupo. Presenten las etapas del proceso, los aspectos y los impactos de cada proceso.

## CAPÍTULO 4: Simulación

En este capítulo, nuestro objetivo es guiarles a través de su primera experiencia con SimaPro mediante ejemplos simplificados. La guía no intenta explicar la teoría detrás de ACV porque está descrita en el capítulo anterior.

Para seguir el ejemplo, debe tener una versión demo o una versión registrada de SimaPro. En términos de software, la versión demo es la misma que la versión completa con una diferencia importante: puede ingresar, editar y guardar datos, pero el comando guardar solo se puede usar 16 veces. Esto debería ser suficiente para hacer todos los ejercicios en este estudio de caso, pero tenga cuidado de no desperdiciar sus oportunidades. Tenga en cuenta que la reinstalación de la demostración no restablecerá esas opciones.

Hemos preparado un ejemplo que le permitirá familiarizarse con SimaPro. En el taller los estudiantes deben elegir qué ejemplo les gustaría seguir dependiendo de la cantidad de tiempo y la aplicación que tiene en mente de la empresa que elijan trabajar.

### ***Ejemplo. Fábrica de cafeteras***

Determinar el problema u oportunidad del negocio del análisis de PESTEL y DOFA, enfocándose, por ejemplo, en el caso de cafetera, ¿deberían centrarse en la selección de materiales o la eficiencia energética en la fase de uso?, ¿es importante el consumo de filtros de papel? También investigaremos si es importante organizar una devolución y un sistema de reciclaje (Goedkoop *et al.*, 2016).

#### Pasos del software

- Abra el programa SimaPro, vaya a la sección Asistentes y seleccione la Visita guiada (con café). El asistente lo guiará a través de algunas pantallas y le dará una visión general genérica de las capacidades de SimaPro.

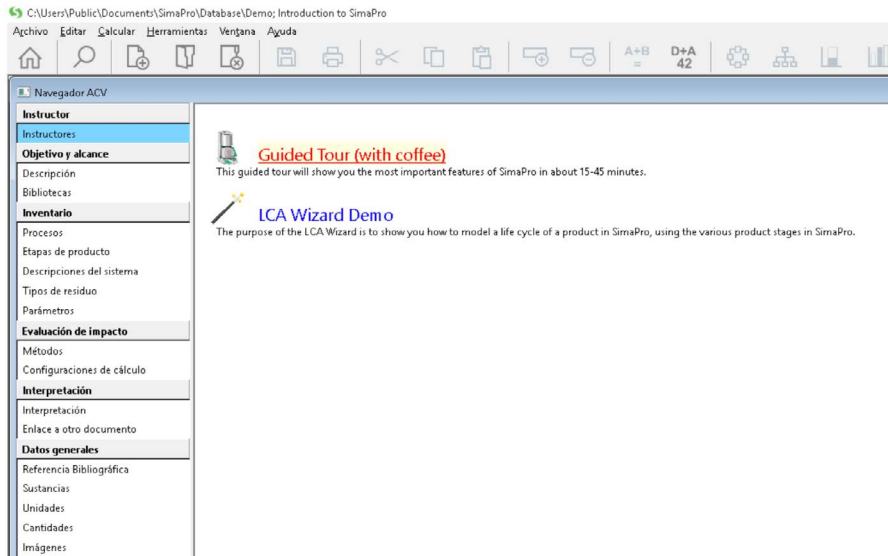


Figura 10  
Sección asistentes  
Fuente: Elaboración propia.

En este ejemplo, se definen dos cafeteras: modelo normal y modelo ultra, con las siguientes especificaciones:

|                                        | Normal           | Ultra            |
|----------------------------------------|------------------|------------------|
| Material principal para la carcasa     | Plástico         | Aluminio         |
| Sistema para mantener el café caliente | Plancha caliente | Material térmico |

Tabla 17  
Descripción de productos  
Fuente: elaboración propia.

Estos productos se analizan y se comparan sus impactos ambientales.

En la primera ventana se presenta:

Las características principales de SimaPro. Le mostramos cómo analizar un producto de consumo relativamente simple como una máquina de café doméstica común de 10 tazas. Simplemente lea los mensajes explicativos y haga clic en el botón 'Siguiente'.

Le mostraremos cómo:

- a) Analizar la fase de producción.
- b) Analizar todo el ciclo de vida.
- c) Comparar un producto con otro producto y hacer un análisis de sensibilidad simple.

Sin embargo, en el análisis de la fase de producción y el ciclo de vida puede elegir uno de los muchos otros métodos de evaluación de impacto en SimaPro (Goedkoop et al., 2016).

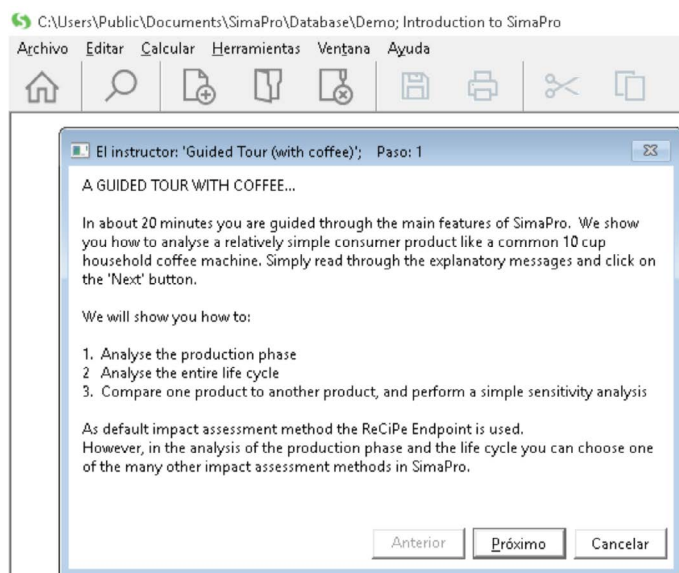


Figura 11  
Visita guiada  
Fuente: Elaboración propia.

Este es el menú principal de la visita guiada.

Hay tres capítulos en esta guía. Al final de cada capítulo elija continuar con el próximo capítulo o regresar a este menú.

Se selecciona comparar los dos productos y se da clic en próximo.

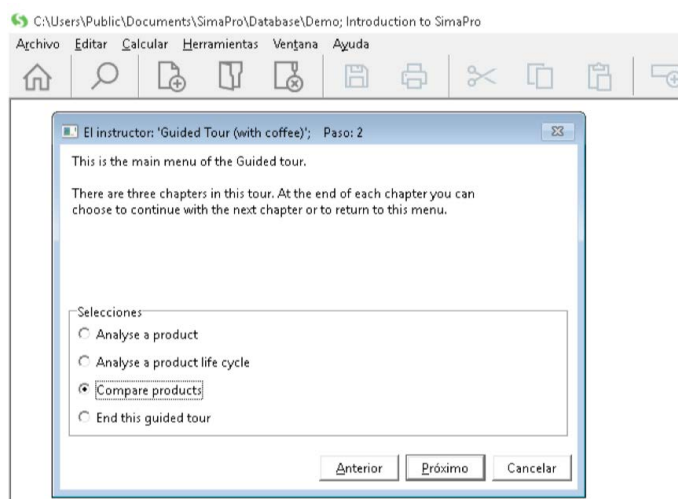


Figura 12  
Menú principal visita guiada  
Fuente: Elaboración propia.

Los ACV a menudo se usan para comparar productos. Ahora le mostramos cómo comparar la máquina de café modelo Normal con la máquina de café modelo Ultra, utilizando el método de punto final Recipe (H). Más tarde, también puede probar comparaciones con otros métodos.

El modelo Ultra tiene la misma capacidad y tiempo de vida que el modelo Normal. El modelo Ultra está equipado con una jarra termo para mantener caliente el café. Su carcasa está hecha principalmente de aluminio en lugar de plástico.

Tenga en cuenta que las comparaciones públicas de productos no están exentas de riesgos. No sin razón el estándar ISO especifica que antes de que se publiquen tales comparaciones, se necesita una revisión de pares. ISO también especifica que la ponderación no está permitida en una comparación publicada en medios.

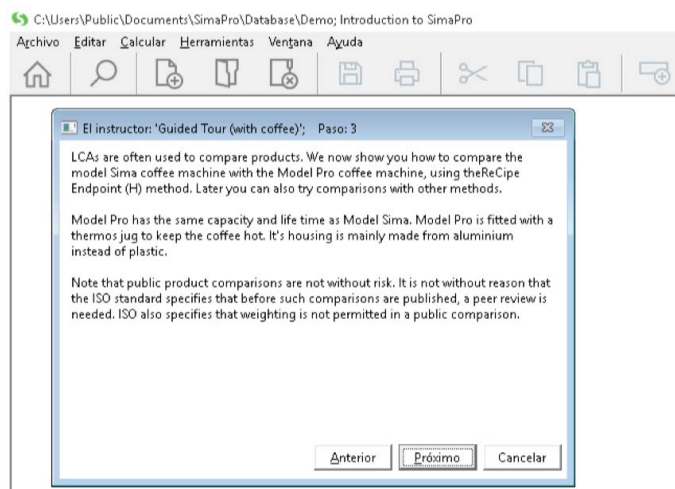


Figura 13  
Paso tres  
Fuente: Elaboración propia.

Primero, veremos el árbol de procesos para el análisis del ciclo de vida del modelo.

En el ciclo de vida encontrará tres nuevos tipos de cajas: el escenario de eliminación (rojo), el escenario de desmontaje (rosa) y la caja de reutilización (verde). En este ejemplo, se supone que el 50 % de las cafeteras se recogen después de su uso. Un pequeño porcentaje de estas máquinas recolectadas se reutiliza, mientras que para las demás se recicla la carcasa de aluminio.

Ahora usamos los termómetros en el árbol para mostrar los puntajes de cambio climático. También puede optar por mostrar otras categorías de impacto.

Tenga en cuenta que las barras y flechas verdes del termómetro representan puntajes de daño negativos causados por el efecto beneficioso de la reutilización de las máquinas recolectadas (Goedkoop *et al.*, 2016).

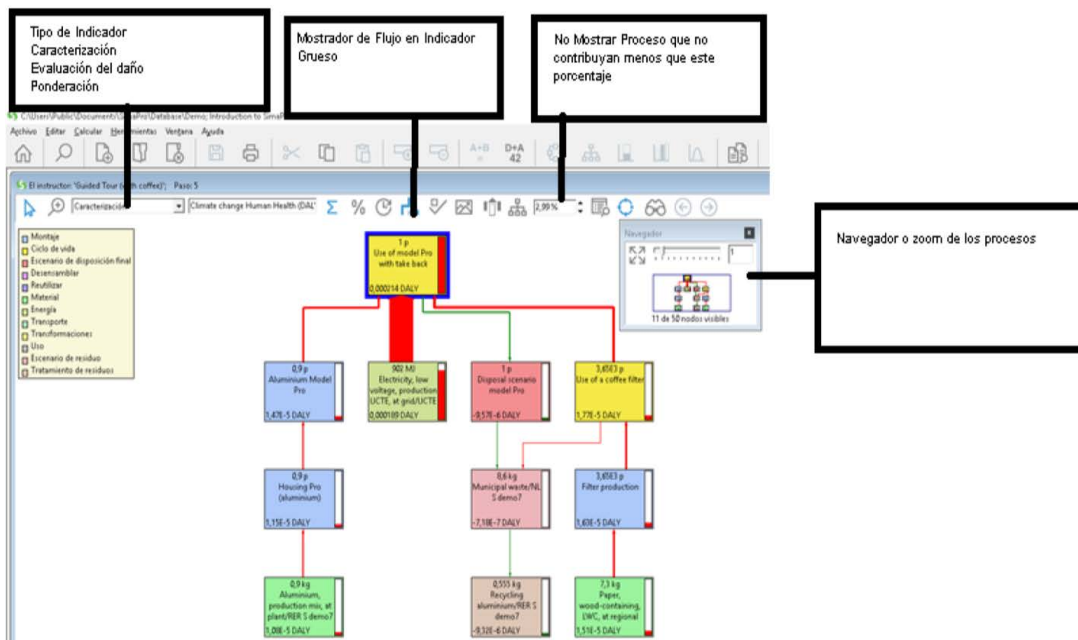


Figura 14  
Árbol de procesos  
Fuente: Elaboración propia.

Para una mejor comprensión, presentamos un análisis del modelo Pro durante el ciclo de vida. Inicialmente, verá puntajes de punto final. También puede seleccionar puntuaciones de caracterización o normalización en la esquina superior izquierda.

Nuevamente, la fase de uso de la máquina de café es dominante. Sin embargo, la fase de producción es más significativa que con el modelo Normal. Esto se debe a que la carcasa de aluminio del modelo Ultra tiene una mayor carga ambiental. Debido a la jarra termo, el uso de electricidad del modelo Ultra es menor en la fase de uso.



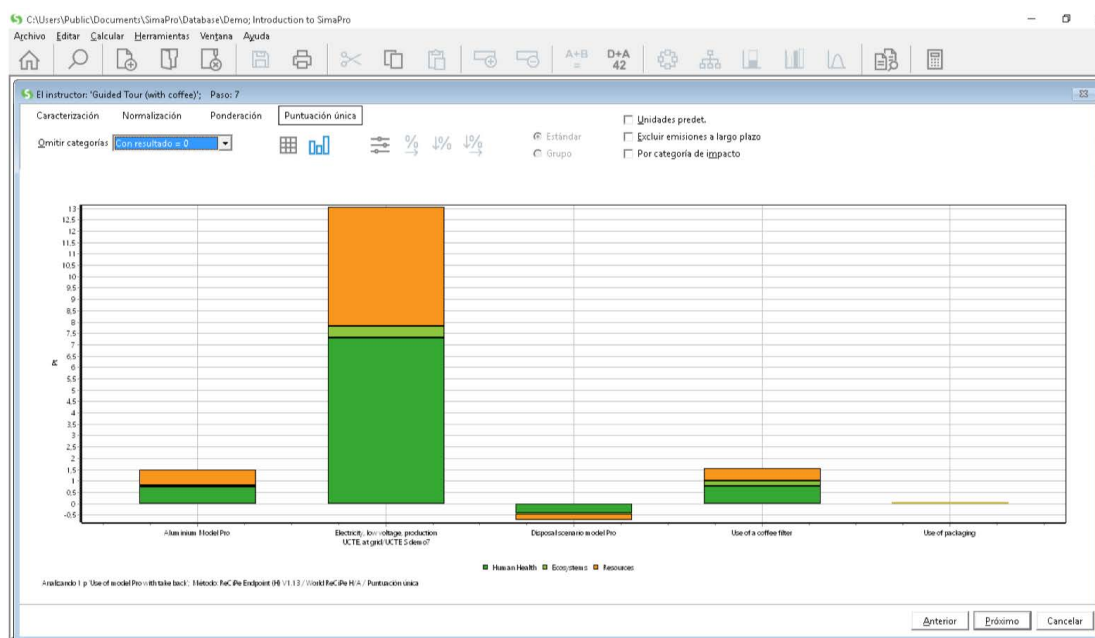
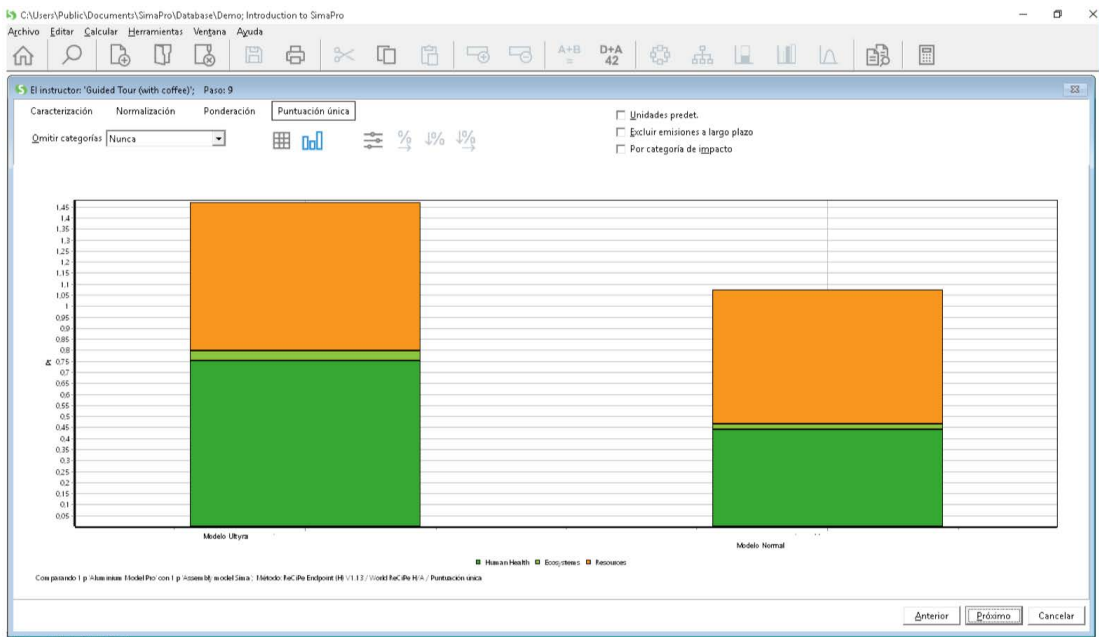


Figura 15  
Con puntuación única  
Fuente: Elaboración propia.

Después se muestra una comparación del modelo Normal (plástico) y el modelo Ultra (aluminio) en la etapa de producción utilizando el método punto final.

Como verá, la fase de producción del modelo Normal tiene una carga ambiental más baja en todas las categorías de impacto. Esto se debe a la carga ambiental relativamente alta de la producción de aluminio virgen en comparación con el polipropileno.



**Figura 16**  
Comparación de la etapa de producción  
Fuente: Elaboración propia.

Una comparación de la etapa de producción solo da una imagen pobre. A continuación, presentamos una comparación del ciclo de vida completo, incluido el uso y la eliminación. Ahora el modelo Ultra (aluminio) tiene una carga menor, ya que esta máquina tiene una jarra termo que mantiene el café caliente. Esto ahorra mucha energía sobre una placa calefactora. Como el consumo de energía durante la fase de uso es un factor muy importante en la carga ambiental total, esto determina el resultado.

Tenga en cuenta que los puntajes únicos no deben usarse para comparaciones públicas.

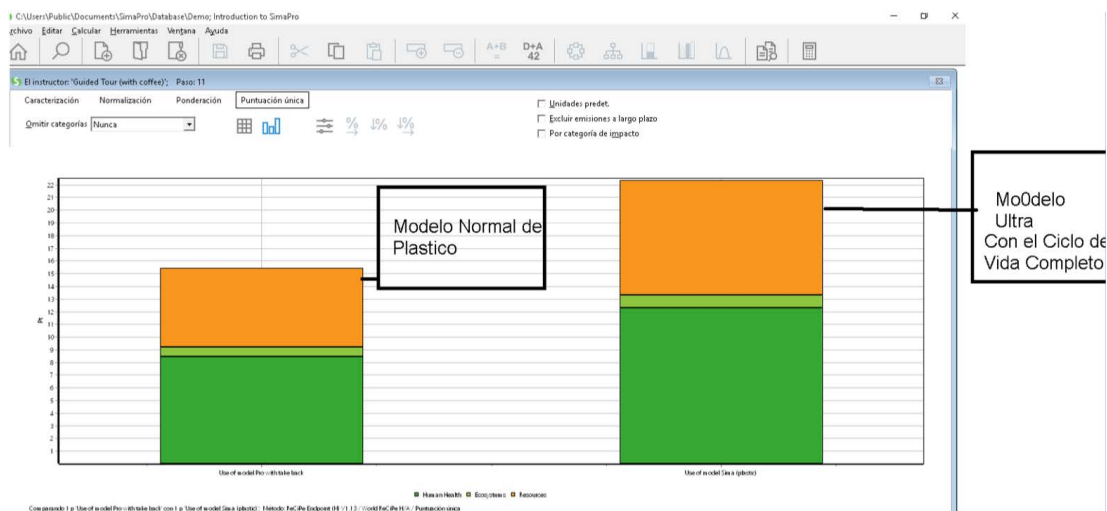


Figura 17  
Carga ambiental de casa modelo  
Fuente: Elaboración propia.

Desde una perspectiva de diseño ecológico, la hipótesis de que una máquina de café con carcasa de plástico y una jarra termo tiene la carga ambiental más baja parece válida. Sin embargo, esta hipótesis debe ser probada por una serie de supuestos.

El tiempo de vida del modelo Ultra se extiende a 15 años, mientras que todos los demás parámetros se mantienen constantes. Esto significa que solo 1/3 de la carga ambiental de producción, eliminación y embalaje se asignan a la unidad funcional, que abarca solo 5 años.

Se agrega un nuevo ciclo de vida, en el que el modelo Ultra no tiene un sistema de recuperación y se elimina de la misma manera que el modelo Normal.

La conclusión es que la carga ambiental total se reduce significativamente en comparación con el ciclo de vida básico. La extensión de por vida parece tener un efecto similar (o mejor) que configurar un sistema de recuperación.

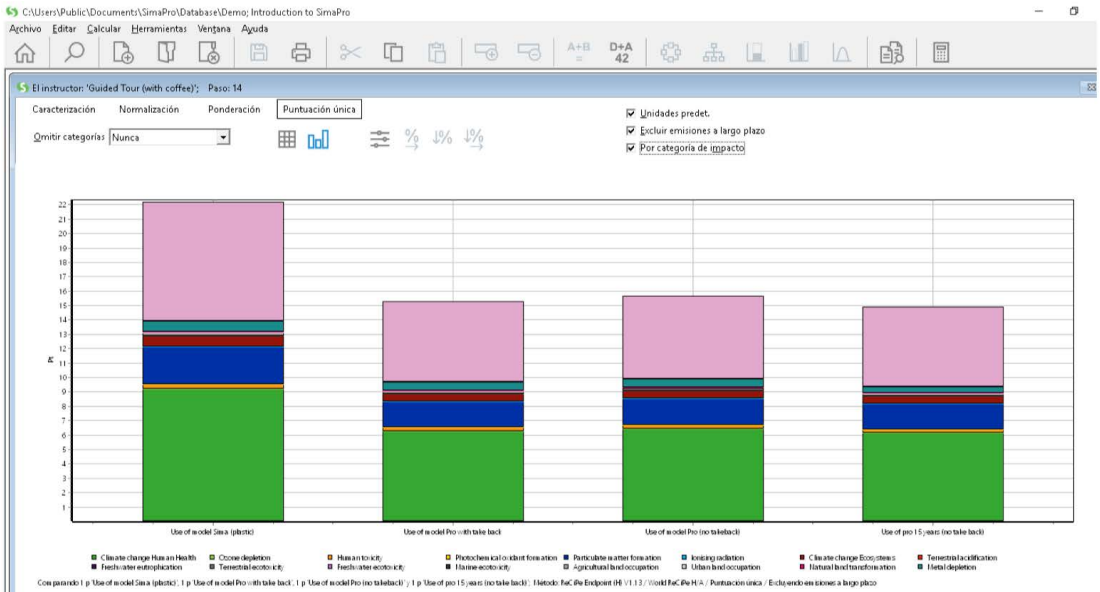


Figura 18  
Por categoría de impacto  
Fuente: Elaboración propia.

Para verificar la influencia en los supuestos sobre la intensidad de uso, el modelo normal y el modelo ultra ahora se comparan asumiendo una intensidad de uso 50 % menor. En este caso, suponemos que se usa una vez al día durante 5 años a media capacidad en lugar de dos veces al día. Esto significa que el consumo de electricidad y la cantidad de filtros usados se reducen a la mitad. En este caso suponemos que no hay sistema de recuperación (Goedkoop *et al.*, 2016).

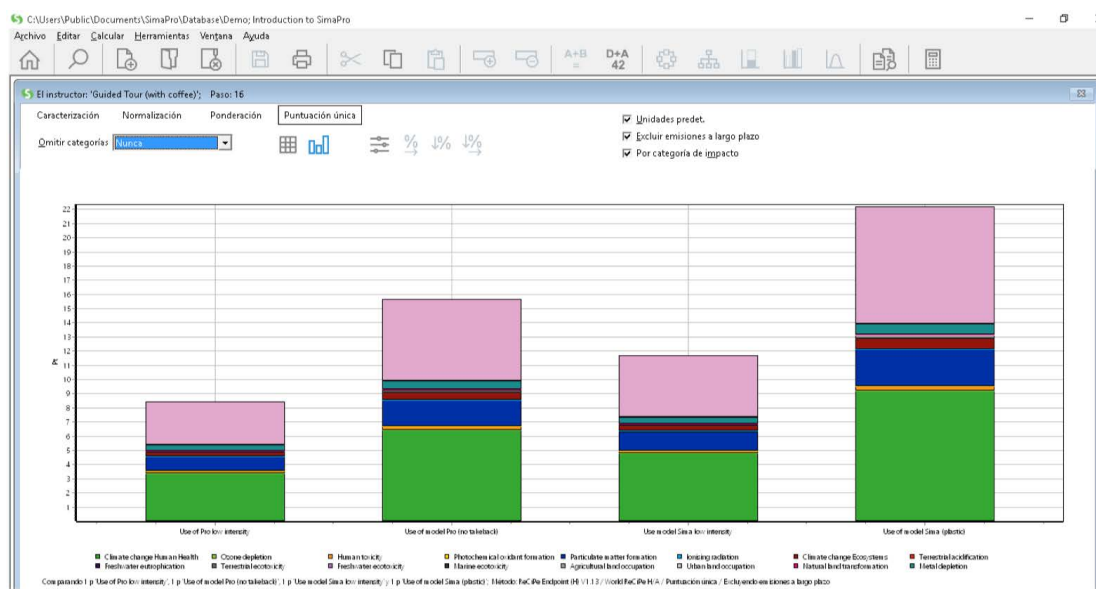


Figura 19  
Verificación de influencia  
Fuente: Elaboración propia.

Si lo desea, puede comparar el ciclo de vida del modelo Sima y el modelo Pro utilizando uno de los métodos enumerados a continuación. Esto le permitirá probar los métodos de evaluación de impacto que se envían con SimaPro.

Después de dicho análisis, volverá a este menú, para que pueda seleccionar otro método.

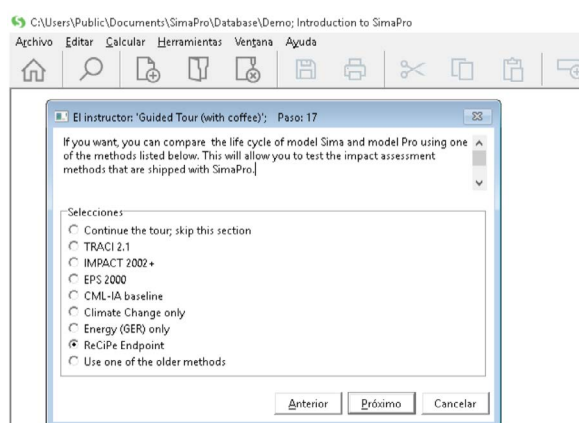


Figura 11  
Visita guiada  
Fuente: Elaboración propia.

La conclusión de que el modelo Ultra tiene una carga ambiental más baja no es cuestionada por estos nuevos supuestos o diferentes métodos de evaluación de impacto. Esto significa que nuestras conclusiones parecen estables.

Por supuesto, hay muchas más posibilidades para un análisis de sensibilidad. SimaPro permite hacerlos muy rápidamente. Después de terminar este recorrido, puede inspeccionar algunos otros posibles análisis de sensibilidad en la sección “Informes” (Goedkoop *et al.*, 2016).

## Ejercicio 4

1. Escoger dos productos similares o productos sustitutos para realizar el estudio de caso.
2. Suponer que ambos productos tienen vidas similares.
3. ¿Qué pasa si un producto que eligió no tiene un sistema de recuperación?
4. Plantear hipótesis en todo el ciclo de vida de los productos.
5. ¿Probar qué sucede si se usa otro método de evaluación de impacto?
6. Inspeccionar el objetivo y el alcance del estudio para los dos productos.
7. Inspeccionar los procesos en la base de datos de Simapro.
8. Determinar el inventario en el sistema.
9. Analizar el perfil ambiental de un producto.
10. Evaluar las etapas del producto. Expanda Ensamblaje.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, O. (2015). *Administración Estratégica, Análisis PEST*. <https://articulateusercontent.com/rise/courses/V7SMhP4TwoZ4eYrnn01rrgF2aklylKAi/PvwDvDPW2sopgW2t-administraci-c-3-b-3-n-20-estrat-c-3-a-9-gica.pdf>
- Arana, A. (2008). Construcción del Saber Institucional en torno al concepto de Ambiente. *Revista de Investigación*, 63, 43-65. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140378002>
- Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistemas*, 11, (2), 1-6. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/9827>
- Ballester, E. (2019, 11 de octubre). *Relación entre ecología y medio ambiente*. There is no planet b. <https://thereisnoplanetb508009850.wordpress.com/2019/10/11/relacion-entre-la-ecologia-y-medioambiente/>
- Beejadhur, Y. (2007). *Introducción a ISO 14000: sistemas de gestión ambiental*. Centro de comercio internacional.
- Castañeda, L. K. (2013). *Diseño e implementación del sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2004 para reducir los niveles de contaminación en la empresa sociedad minera de responsabilidad limitada el Rosario de Belén*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/3456>
- Constitución Política de Colombia [Const]. (1991). Art. 79. Colombia.
- Cordero, P. y Sepúlveda, S. (2002). Cuaderno Técnico N° 21: *Sistemas de Gestión Medio Ambiental: Las Normas ISO 14000*. IICA. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7387>
- Decreto 2811. (1974, 18 de diciembre). Presidente de la República de Colombia. Diario Oficial No. 34243.
- Decreto 1595. (2015, 5 de agosto). Presidente de la República de Colombia. Diario Oficial. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/bf8d83ae-5eef-4d98-8d01-b692f744cd89/Decreto-1595-del-05-de-agosto-de-2015-quot;Por-la.aspx>
- Delgado, K., Varona, G., Montilla, C., y Villada, H. (2016). Efecto del Aditivo Tween 80 y de la Temperatura de Procesamiento en las Propiedades Mecánicas de Tensión de Películas Flexibles Elaboradas a Partir de Almidón de Yuca Termoplástico. *Información tecnológica*, 27(6), 145-152. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000600015>
- Granero, J. y Ferrando, M. (2007). *Cómo implantar un sistema de gestión ambiental según la norma ISO 14001:2004*. Fundación Confemetal.
- Goedkoop, M., Oele, M., Vieira, M., Leijting, J. Ponsioen, T. & Meijer, E. (2016). SimaPro Tutorial 2 Colophon Title: SimaPro Tutorial. PRE. <https://pre-sustainability.com/legacy/download/SimaPro8Tutorial.pdf>

- Heras, I., Arana, G. y Molina, J. (2008). EMAS versus ISO 14001: un análisis de su incidencia en la UE y España. *Boletín Económico de ICE*, 2936, 49-63. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/15483>
- Hidalgo, P. y Romero, C. (2007). *Documentación de la fase de planificación de un sistema de gestión ambiental con base en el análisis del ciclo de vida del bambú como materia prima en la Central Maderera de Andoas (CEMA) del Gobierno de la provincia de Pichincha* [tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. Repositorio institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2262>
- Hoof, B., Monroy, N. y Saer, A. (2008). *Producción más Limpia: paradigma de gestión ambiental*. Alfaomega grupo editor.
- International Organization for Standardization [ISO]. (2006). Norma internacional ISO 14040, Gestión ambiental -Análisis del ciclo de vida. ISO. <https://cdn.standards.itech.ai/samples/37456/0e3ee22afc7540488f66804b504580a4/ISO-14040-2006.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2015). *NTC-ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso*. ICONTEC. [https://informacion.unad.edu.co/images/control\\_interno/NTC\\_ISO\\_14001\\_2015.pdf](https://informacion.unad.edu.co/images/control_interno/NTC_ISO_14001_2015.pdf)
- Marino, D. (2009). *Estudio teórico experimental sobre respuestas biológicas a compuestos orgánicos de relevancia ambiental* [tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata]. SEDICI: Repositorio institucional de la UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/2744>
- Massolo, L. (2015). *Introducción a las herramientas de gestión ambiental*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata
- Ministerio de Salud [MinSalud]. (2015). *Guía rápida para las mediciones en equipos biomédicos*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/MET/guia-rapida-para-las-mediciones-en-equipos-biomedicos-v05282015.pdf>
- Ocaña, Y. y Antúnez A. (2012). Consideraciones teórico-doctrinales sobre las herramientas de gestión ambiental. La auditoría ambiental, teoría, praxis y legislación en la segunda década del siglo XXI en Cuba. *Revista jurídica, De Jure*, 1, 25-84.
- Organización de Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. UN. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Pérez Flores, P. (2005). *Revisión ambiental inicial y política ambiental del Sistema de Gestión Ambiental para el CEMINT y el CEMTRA, de la Brigada de Apoyo Logístico No. 25 Reino de Quito, orientado en ambiente WEB* [tesis de pregrado, Universidad de las fuerzas armadas ESPE]. Repositorio digital. <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/796>
- Pérez, J. y Merino, M. (2017). Definición de DOFA. Qué es, significado y concepto. *Definición*. <https://definicion.de/dofa/>



- Roberts. H. y Robinson G. (1999). *ISO 14001 EMS: manual de sistemas de gestión medioambiental*. Paraninfo.
- Saavedra, E. (2008). Metodología de diagnóstico para implementar un sistema de gestión ambiental ISO 14001. *Acta Nova*, 4 (1), 167–175. [http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v4n1/v4n1\\_a08.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v4n1/v4n1_a08.pdf)
- Sánchez Pérez, G. (2002). Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia. *Economía y Desarrollo*, 1, 70-98. <http://uac1.fuac.edu.co/revista/M/seis.pdf>
- Universitas Miguel Hernández. (s.f.). *Revolución Industrial*. Sites google. <https://sites.google.com/site/innovaumhrevolucionindustrial/home>
- Wikipedia. (s.f.). *Sociología ambiental*. Wikipedia, enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Sociolog%C3%AD\\_a\\_ambiental](https://es.wikipedia.org/wiki/Sociolog%C3%AD_a_ambiental)



**SERINDUSTRIAL**  
Semillero de Investigación

Semillero Serindustrial

El presente texto tiene como objetivo servir como una guía de clase para la asignatura de Gestión ambiental y Producción más limpia bajo la norma técnica colombiana NTC ISO 14001 versión 2015. En ese sentido, se desarrollan herramientas para el cumplimiento de los requisitos de la norma y se presentan estudios de caso y ejercicios prácticos para su desarrollo.

Los capítulos están conformados por una fundamentación teórica, y se tienen en cuenta los capítulos de la Norma ISO desde los requisitos exigibles que son los siguientes: contexto de la organización, liderazgo y participación de los trabajadores, planificación, apoyo, operaciones, evaluación del desempeño, y mejora.

Esta guía tiene especial relevancia porque está basada en una estructura de alto nivel para ser compatible con las demás Normas ISO y las herramientas para el cumplimiento de los requisitos están alineadas con los demás modelos de sistemas de gestión.

En el capítulo uno se presentan los conceptos y generalidades de la gestión ambiental, en el capítulo dos se desarrollan las herramientas de diagnóstico del sistema de gestión y en tercer capítulo se abordan los aspectos e impactos ambientales analizando su ciclo de vida y para terminar se presenta el cuarto capítulo donde se describe la herramienta Simapro para desplegar modelos de simulación.

