

# Evaluación de la sostenibilidad mediante indicadores claves de desempeño sostenible del sistema de generación de vapor de una industria ecuatoriana

## *Sustainability evaluation through key indicators of sustainable performance of the steam generation system of an Ecuadorian industry*

*Ing. Angel Rafael Arteaga-Linzan<sup>1</sup>, [aarteaga@utm.edu.ec](mailto:aarteaga@utm.edu.ec); Dr.C. Angel Luis Brito-Sauvanell<sup>2</sup>, [albrito@uo.edu.cu](mailto:albrito@uo.edu.cu); Dra.C. María Isabel Fernández-Parra<sup>2</sup>, [mariai@uo.edu.cu](mailto:mariai@uo.edu.cu); Dr.C. Amílcar Félix Roldán-Ruenes<sup>2</sup>, [amilcar@uo.edu.cu](mailto:amilcar@uo.edu.cu)*

*<sup>1</sup>Universidad Técnica de Manabí, Ecuador; <sup>2</sup>Dr C. Universidad de Oriente, Cuba*

### Resumen

En el presente trabajo se desarrolló un modelo cuantitativo de evaluación, compuesto inicialmente por dieciocho indicadores distribuidos entre los tres pilares de la sostenibilidad (económico, social y ambiental). De estos se seleccionaron trece indicadores a través de la escala de Likert y posteriormente se ponderaron mediante el método del proceso analítico jerárquico (AHP). El objetivo fue evaluar la sostenibilidad del sistema de generación de vapor de una industria ecuatoriana de elaboración de conservas de atún en latas, mediante indicadores claves de desempeño sostenible. Los resultados obtenidos de la evaluación del sistema de generación objeto de estudio, presentan que sus aspectos social, económico y ambiental, alcanzaron valores de 7131, 6741 y 6306 respectivamente. El factor social alcanzó una calificación de buena y los dos últimos una calificación de satisfactorio; lo cual evidencia la oportunidad de mejora que presenta el sistema, especialmente en los factores ambientales y sociales.

**Palabras clave:** sostenibilidad, sistemas de generación de vapor, indicadores claves de desempeño sostenibles, proceso analítico jerárquico.

### Abstract

In this paper, a quantitative evaluation model was developed, initially composed of eighteen indicators distributed among the three pillars of sustainability (economic, social and environmental). Of these, thirteen indicators were selected through the Likert scale and later weighted using the method of the hierarchical analytical process (AHP). The objective was to evaluate the sustainability of the steam generation system of an Ecuadorian industry of canned tuna canning, through key indicators of sustainable performance. The results obtained from the evaluation of the generation system under study, show that its social, economic and environmental aspects reached values of 7131, 6741 and 6306 respectively. The social factor achieved a good rating and the last two a satisfactory rating, which shows the opportunity for improvement presented by the system, especially in environmental and social factors.

**Keywords:** sustainability, steam generation systems, key indicators of sustainable performance, hierarchical analytical process.

## Introducción

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (WCED), establecida por las Naciones Unidas en 1983 bajo la presidencia de Harlem Brundtland, presentó el informe Brundtland en Londres el 27 de abril de 1987, el cual expone las amenazas hacia nuestro planeta provocadas por el subdesarrollo y el sobre desarrollo de las naciones (World Commission on environment and development, 1987; Garcia, Garcia, Perez Ruiz, & Rodriguez del Boque, 2012)

El informe comienza por mencionar los logros del siglo XX en particular en la segunda mitad del siglo, durante la cual se multiplica la producción industrial por cuarenta y se disfrutó de un nivel de vida cada vez mayor. Al mismo tiempo incluso en el mundo en desarrollo, la mortalidad infantil disminuyó y la esperanza de vida humana aumentó.

Lo anterior dio como resultado un aumento de la población mundial desde 3010 millones de personas en 1960 hasta 7270 millones en el 2012, cifra que presenta un incremento del 140% en 50 años, paralelo a esto aumentó el PIB mundial de 9,2 trillones de dólares a 54,6 trillones durante el mismo periodo, es decir se multiplicó por casi 6 veces en 50 años(The World Bank, 2014).

Estos logros dieron lugar a problemas importantes que amenazan a la estructura de nuestro planeta y el futuro mismo de la humanidad, como el aumento desmedido del suministro total de energía primaria (TPES), que de acuerdo a la IEA(International Energy Agency, 2014) pasó de 256 EJ en 1973, a 524 EJ en 2011, dato que muestra que este consumo se ha duplicado en los últimos cuarenta años, lo cual nos hace pensar que el impresionante crecimiento económico de este periodo se ha debido principalmente a un creciente consumo de energía.

Este problema se torna aún más preocupante, debido a las estadísticas presentadas por la EIA(U.S.Energy Information Administration, 2016) en su estudio sobre perspectivas energéticas internacionales; donde expresa que los combustibles fósiles aún representarán el 78 % del consumo mundial de energía en el año 2040, siendo los combustibles líquidos la principal fuente de energía. La emisión de gases de efecto invernadero debido al uso de este tipo de combustibles, pasaron de 15 628 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en 1973 a 31 342 en 2011 (International Energy Agency, 2014).

El sector industrial mundial representará más de la mitad del consumo total de energía suministrada hasta 2040, con un crecimiento promedio anual de 1,5% en los países no miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), como es el caso de la República del Ecuador(U.S.Energy Information Administration, 2016), destacándose el procesamiento de alimentos como una de las operaciones de mayor intensidad energética (FAO, 2004; GOND, 2012).

La mayor parte de la energía utilizada por la industria alimenticia, se proporciona a través de recursos no renovables como son los combustibles fósiles. De datos provenientes de las industrias se tiene que, en promedio, entre el 35 y el 40 % del uso energético de las instalaciones se utiliza para la generación de vapor(ONUUDI, 2014).

El uso de combustibles fósiles en el proceso de producción del vapor tiene un elevado costo ambiental, si se toma en cuenta que los mismos provienen de fuentes no renovables. Tal situación, unida a la gran cantidad de equipos instalados con elevados grados de sobredimensionamiento y baja eficiencia, provoca que la generación de vapor contribuya de manera negativa al impacto ambiental por concepto de emisiones de CO<sub>2</sub> (Jiménez Borges, Lapido Rodríguez, Madrigal Monzón, & Vidal Moya, 2015; Arteaga Linzan, Fernandez Parra, & Brito Sauvanell, 2017).

De acuerdo con la bibliografía revisada, se aprecia que se han llevado a cabo diferentes investigaciones que dan cuenta de la importancia y actualidad que tienen los indicadores clave de desempeño sostenible (ICDS), como herramienta de evaluación de la sostenibilidad en diferentes tipos de industrias y sistemas naturales (Hahn & Kuhnen, 2013; Duarte, Canais-Seco, Peres, Bentes, & Pinto, 2010; Asif, Searcy, Zutshi, & Fisicher, 2013; Wilburn & Wilburn, 2013; Amrina & Vilsi, 2015; García-Granero, Piedra-Muñoz, & Galdeano-Gómez, 2018), pero ninguno que realice evaluaciones de sostenibilidad con vistas al establecimiento de indicadores clave de desempeño sostenible, que contribuya a la instauración de un punto de referencia (*benchmark*) que sirva para la mejora continua de los sistemas de generación de vapor de uso industrial, lo cual resulta indispensable en estudios de diseño, evaluación, optimización, y mejoramiento de estos sistemas de transformación de energía en este tipo de instalaciones industriales, no solo por la disminución del uso de portadores energéticos, sino también por las emisiones de gases contaminantes y los impactos sociales que estos ocasionan, lo cual representa hoy un problema que preocupa a la humanidad.

El objetivo del presente trabajo, es diseñar un procedimiento para evaluar la sostenibilidad de un sistema de generación de vapor perteneciente a una industria productora de conservas de atún en latas, en la República del Ecuador.

### **Fundamentación teórica**

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, como ya se evidenció se necesitaba un nuevo concepto, un camino para el próximo siglo y más allá; decidiendo adoptar uno de los principios fundamentales del movimiento verde, el del desarrollo sostenible (Keeble, 1988).

El concepto de desarrollo sostenible (DS) se convirtió en un objetivo importante de los responsables políticos de la industria. El informe Brundtland, lo define como la satisfacción de necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras (Sa, 2018). Existen varios marcos de evaluación de la sostenibilidad que evalúan el desempeño de las industrias: el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development, 1997), (Serrano, 2013), el Global Reporting Initiative, y el desarrollo de normas (OCDE, 2002a, 2002b), base para la presentación de informes de sostenibilidad.

Epstein y otros (2001) sostienen que para la correcta gestión de la sostenibilidad corporativa, se requiere del examen de los impactos de las iniciativas sociales y ambientales sobre la rentabilidad corporativa general.

Keeble y otros (2003) utilizan dos casos de estudio de Arthur D. Little para explorar cómo el uso apropiado de los indicadores, puede ser una herramienta poderosa para abordar la sostenibilidad de las empresas tanto a nivel corporativo como de proyecto. Lo que resultó en tres lecciones clave para empresas que consideran los indicadores de desempeño hacia el desarrollo sostenible, (i) fomentar el debate en toda la organización sobre cuáles podrían ser los mejores indicadores, (ii) involucrar a las partes interesadas externas en el desarrollo de indicadores, y (iii) los estándares reconocidos para medición e información pueden servir como puntos de referencia útiles.

Rudigen (2013) expandió el marco hacia los indicadores de sostenibilidad para la industria minera, que también es compatible con el GRI. Diabat y otros (2014) recopilaron y desplegaron un conjunto estandarizado de indicadores de sostenibilidad para empresas que cubren los aspectos principales del desarrollo sostenible.

Diabaty otros (2014) presentan un trabajo donde identifica los indicadores clave de rendimiento (KPI) para la entrega de infraestructura y mapas de los métodos de computación, necesarios para alcanzar los objetivos de sostenibilidad en los países como el caso de Sudáfrica. Utiliza la técnica del “modelo de suma ponderado” en el análisis de decisión multicriterio (MCDA), y el “modelo de utilidad aditiva” en el proceso analítico jerárquico (AHP) para la toma de decisiones multicriterio.

Todorovic y otros (2015) propone un marco que describe cómo se puede respaldar la gestión, medición y generación de informes de problemas de sostenibilidad estratégicamente relevantes, lo que vincula al tablero de mando integral de sostenibilidad con la contabilidad e informes de sostenibilidad. Para lo cual describe como caso de estudio en el aeropuerto de Hamburgo, donde se demostró que es factible la aplicación de un cuadro de mando integral de sostenibilidad y su vinculación con la contabilidad e informes de sostenibilidad.

Sa (2018) elaboraron un trabajo en la industria siderúrgica, donde su objetivo es presentar la sostenibilidad y un modelo de decisión conceptual, que utiliza el proceso de jerarquía analítica (AHP) para ayudar a evaluar el impacto del desempeño de la sostenibilidad de una organización. Para la selección de los indicadores clave de rendimiento sustentables, se citaron los principales marcos de evaluación de la sostenibilidad que evalúan el desempeño de las empresas.

Sa (2018) confirman que existen varios esfuerzos internacionales para medir la sostenibilidad, pero solo unos pocos tienen un enfoque integral que tenga en cuenta los aspectos ambientales, económicos y sociales, ya que en la mayoría de los casos el enfoque se centra en uno de los tres aspectos.

Asif y otros (2010) realizan un estudio donde presentan una síntesis de los datos obtenidos a través de una encuesta exhaustiva, realizada en veinte empresas de humedales construidos en Portugal. Sobre la base de esta información, se calcularon algunos indicadores de sostenibilidad y eficiencias de eliminación de contaminantes.

Tugnoli y otros (2011) desarrollaron y aplicaron una metodología basada en indicadores clave de desempeño para el diseño de procesos industriales sostenibles. La metodología proporcionó un procedimiento para la definición de un conjunto dinámico de indicadores

cuantitativos clave de desempeño, adecuados para capturar los impactos ambientales, económicos y sociales de las opciones de proceso, y así rastrear la huella de sostenibilidad de las alternativas.

Wilburn y otros (2013) elaboraron un documento cuyo propósito es que las pautas de presentación de informes de GRI, específicamente sus indicadores de desempeño, se puedan utilizar además para ayudar a una empresa a crear estrategias éticas de responsabilidad social corporativa (CSR), y explica los elementos clave de los indicadores de desempeño económico, ambiental, social y de responsabilidad de productos. Lee K. y Carter S. (2011) reconocen que el vínculo más importante entre las empresas y la sociedad tiende a provenir de los intereses económicos y corporativos.

Varsei y otros (2014) argumentan que esta realidad persiste debido a que las organizaciones, como microempresarios en la economía, dependen en gran medida de la consecución de objetivos económicos para continuar siendo rentables en el mercado, mientras que el bienestar social y ambiental tienden a verse como objetivos secundarios.

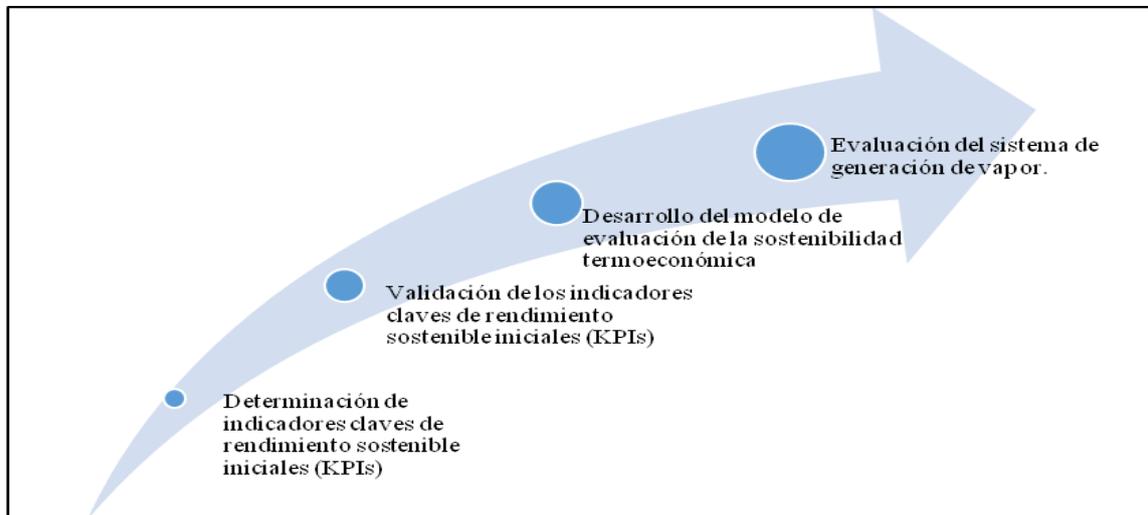
Amrina y otros (2015) presentan un interesante estudio sobre la fabricación de cemento, el que se destaca como un consumidor intensivo de materias primas naturales, combustibles fósiles, energía y una importante fuente de múltiples contaminantes; por lo que la evaluación de la fabricación sostenible en esta industria se convierte en una necesidad.

El estudio define la fabricación sostenible, como la creación de productos manufacturados que minimizan los impactos ambientales negativos, conservan la energía y los recursos naturales, son seguros para los empleados, las comunidades y los consumidores, y son económicamente viables. Para la evaluación de la fabricación sostenible el mencionado estudio propone, la aplicación del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) para priorizar los indicadores de rendimiento, luego de resumir las opiniones de los expertos.

García-Granero y otros (2018) proponen la eco-innovación como un sistema que permite a las empresas ser más sostenibles y reduce las externalidades negativas, y alcanza los requisitos ecológicos de los gobiernos y las demandas de los consumidores. La propuesta está limitada a un efecto ambiental como indicador de sostenibilidad y deja fuera las dimensiones económica y social.

## **Métodos utilizados**

De acuerdo con lo expuesto y la revisión bibliográfica realizada, se considera al sistema de generación de vapor como un elemento fundamental en la producción de alimentos en conservas; por lo que se establece, mediante una metodología desarrollada por Amrina y otros (2015) un grupo de indicadores capaces de evaluarla sostenibilidad del sistema de vapor, la cual consta de cuatro pasos como se presenta en la Figura 1.



**Figura 1: Metodología de evaluación de la sostenibilidad mediante indicadores claves de rendimiento sostenible**

***Paso 1. Determinación de indicadores clave de rendimiento sostenible iniciales (KPIs)***

La determinación de indicadores clave de rendimiento sostenible iniciales (KPIs) se realiza mediante la revisión de la literatura de importantes organismos internacionales como *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, *Global Reporting Initiative (GRI)* y *Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)*. Como un aporte a la metodología propuesta por Amrina y otros (2015), se agrega la consulta a expertos en el área de elaboración de alimentos en conservas, como un recurso adicional para la determinación de los KPIs.

Los KPIs se seleccionan bajo los tres pilares de la sostenibilidad (económico, social y ambiental) y deben tener una relación directa o indirecta, con los diferentes flujos energéticos que componen el sistema de generación de vapor.

***Paso 2. Validación de los indicadores claves de rendimiento sostenible iniciales (KPIs)***

Para la validación de los KPIs, se seleccionan cinco gerentes de las divisiones de producción y mantenimiento de las empresas integrantes del proyecto, en base a parámetros como: años de experiencia, número de capacitaciones, grado académico y otros; los cuales mediante una escala de Likert de cinco puntos que va desde 1 (nada importante) a 5 (muy importante), calificaron el nivel de importancia de cada uno de los KPIs.

***Paso 3. Desarrollo del modelo de evaluación de la sostenibilidad***

Para el desarrollo del modelo de evaluación de la sostenibilidad del sistema de generación de vapor; primeramente, mediante la aplicación del Proceso Jerárquico Analítico (AHP) introducido por primera vez por Thomas L. Saaty en 1971, se construyó la estructura jerárquica del KPIs (indicadores) bajo los tres pilares de la sostenibilidad (factores). Luego se ponderan los factores e indicadores jerarquizados mediante la aplicación de cuestionarios de comparación por pares; para finalmente, calcular el cociente de

consistencia (CR) que se utiliza para verificar la consistencia de las comparaciones, donde los valores de CR menores a 0.1 indican que coincide con la prueba de consistencia.

#### ***Paso 4. Evaluación del sistema de generación de vapor***

La evaluación del sistema de generación de vapor se realiza mediante la aplicación del modelo de evaluación de la sostenibilidad desarrollado en el paso anterior; para lo cual es necesario contar con dos escalas, una de cuantificación con un rango de 1 a 10 y otra de cualificación con rango de 1 a 9.

Mediante la primera escala se cuantifica el grado de cumplimiento del peso asignado a cada uno de los indicadores agrupados bajo los tres factores (económico, social y ambiental), la cual se presenta a continuación.

- 1 = muy pobre
- 2 = moderadamente pobre
- 3 = escasamente pobre
- 4 = escasamente regular
- 5 = moderadamente regular
- 6 = muy aceptable
- 7 = humildemente bueno
- 8 = moderadamente bueno
- 9 = muy bueno
- 10 = excelente

Los valores alcanzados de cada indicador mediante la escala anterior, se suman bajo sus respectivos factores; sumas que permitirán cualificar, el desempeño sostenible del sistema de generación de vapor bajo los tres factores de la sostenibilidad, mediante la escala presentada a continuación.

- Si  $1 \leq \text{el puntaje} \leq 4$  entonces el nivel de desempeño es pobre
- Si  $4 < \text{el puntaje} \leq 7$  entonces el nivel de desempeño es justo
- Si  $7 < \text{el puntaje} \leq 9$  luego el nivel de desempeño es bueno
- Si el puntaje  $> 9$  entonces el nivel de desempeño es excelente

### **Resultados y discusión**

De acuerdo con lo planteado se aplica como caso de estudio el procedimiento propuesto en el presente trabajo, al sistema de generación de vapor de una de las principales industrias de elaboración de conservas de atún en latas en la República del Ecuador.

#### ***Paso 1. Determinación de indicadores claves de rendimiento sostenible iniciales (KPIs)***

Inicialmente se establecieron los indicadores clave de rendimiento sustentables iniciales (KPIs), a través de la revisión de la literatura y entrevistas a expertos de la industria de elaboración de conservas de atún en latas.

Estos indicadores se seleccionaron, por guardar una relación directa con la gestión termoeconómica del sistema de generación de vapor evaluado, y se clasificaron bajo los tres pilares de la sostenibilidad (económico, ambiental y social).

**Paso 2. Validación de los indicadores claves de rendimiento sustentable iniciales (KPIs)**

Los resultados de la validación de los indicadores presentados en la tabla 1, indican que el vertido total del agua fue considerado como el KPIs más relevante, con un valor de importancia media de 4,8. Esto es seguido por la eficiencia exergetica, el costo termoeconomico, costo de materiales e intensidad energética, con un valor de importancia de 4,6; 4,4; 4,4 y 4,4 respectivamente. Por otro lado, el número de reclamaciones sobre prácticas laborales que se han presentado, abordado y resuelto mediante mecanismos formales de reclamación, se consideraron como el indicador menos importante.

Sobre la base de estos resultados se eliminaron cinco KPIs debido a su baja importancia, quedando finalmente trece indicadores clave de rendimiento sustentables finales (KIP) agrupados jerárquicamente en los tres factores de la sostenibilidad, como se presenta en lastablas1 y 2.

**TABLA 1: VALIDACIÓN DE INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO SUSTENTABLE**

CATEGORÍA	INDICADOR	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Prom.
Medio ambiente	Vertido total de aguas, según su calidad y destino	5	5	5	5	4	4,8
Medio ambiente	Eficiencia exergetica	4	5	5	4	5	4,6
Economía	Costo termoeconomico unitario	4	4	5	5	4	4,4
Economía	Costo de materiales	4	5	4	5	4	4,4
Medio ambiente	Intensidad energética	5	4	4	5	4	4,4
Medio ambiente	NOx, SOx y otras emisiones atmosféricas significativas.	4	4	5	5	3	4,2
Desempeño social	Porcentaje de empleados que reciben evaluaciones regulares del desempeño y de desarrollo profesional, desglosado por sexo y por categoría profesional.	4	3	5	4	5	4,2
Desempeño social	Tipo y tasa de lesiones, enfermedades profesionales, días perdidos, absentismo y número de víctimas mortales relacionadas con el trabajo por región y por sexo.	4	4	5	4	4	4,2
Medio ambiente	Eficiencia ecológica	3	4	5	4	5	4,2
Economía	Valor económico retenido específico	4	5	4	4	4	4,2
Economía	Impactos económicos indirectos significativos y alcance de los mismos	3	5	4	5	4	4,20

(continuación de tabla 1)

CATEGORÍA	INDICADOR	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Prom.
Desempeño social	Número de reclamaciones sobre impactos sociales que se han presentado, abordado y resuelto mediante mecanismos formales de reclamación.	4	5	4	4	4	4,2
Medio ambiente	Captación total de agua según la fuente.	3	4	4	5	3	3,8
Medio ambiente	Número de reclamaciones ambientales que se han presentado, abordado y resuelto mediante mecanismos formales de reclamación	5	4	3	4	3	3,8
Medio ambiente	Materiales por peso o volumen	3	4	3	4	4	3,6
Medio ambiente	Desglose de los gastos y las inversiones ambientales	3	4	5	3	3	3,6
Desempeño social	Número de reclamaciones sobre prácticas laborales que se han presentado, abordado y resuelto	4	3	3	4	4	3,6

**TABLA 2: INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO SOSTENIBLE**

Meta	Evaluación de indicadores clave de desempeño sustentable de la industria de conservas de atún en latas
Factor	Indicadores
Económico	Costo termoeconómico unitario
	Costo de materiales
	Impactos económicos indirectos significativos y alcance de los mismos
Ambiental	Valor económico retenido específico
	Vertido total de aguas, según su calidad y destino
	Eficiencia exergética
	NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> y otras emisiones atmosféricas significativas.
Social	Eficiencia ecológica
	Intensidad energética
	Tipo y tasa de lesiones, enfermedades profesionales, días perdidos, absentismo y número de víctimas mortales relacionadas con el trabajo por región y por sexo.
	Promedio de horas de capacitación anuales por empleado, desglosado por sexo y por categoría laboral
	Número de reclamaciones sobre impactos sociales que se han presentado, abordado y resuelto mediante mecanismos formales de reclamación
	Porcentaje de empleados que reciben evaluaciones regulares del desempeño y de desarrollo profesional, desglosado por sexo y por categoría profesional

**Paso 3. Desarrollo del modelo de evaluación de la sostenibilidad**

Se seleccionaron diez gerentes de la división de producción y mantenimiento, entre las industrias participantes en este proyecto, los cuales se encargaron de ponderar los KIP mediante la aplicación de cuestionarios de comparación por pares, las comparaciones por

pares se realizaron entre factores e indicadores dentro de cada factor, resultados que se presentan en la tabla 3.

La prueba de coherencia se realizó para todas las matrices de comparación por pares combinados, y los resultados muestran que los valores de la proporción de coherencia (CR) oscilaron entre 0,016 y 0,075, lo que significa que todas las comparaciones por pares son consistentes, la tabla 3 presenta un resumen de estos resultados.

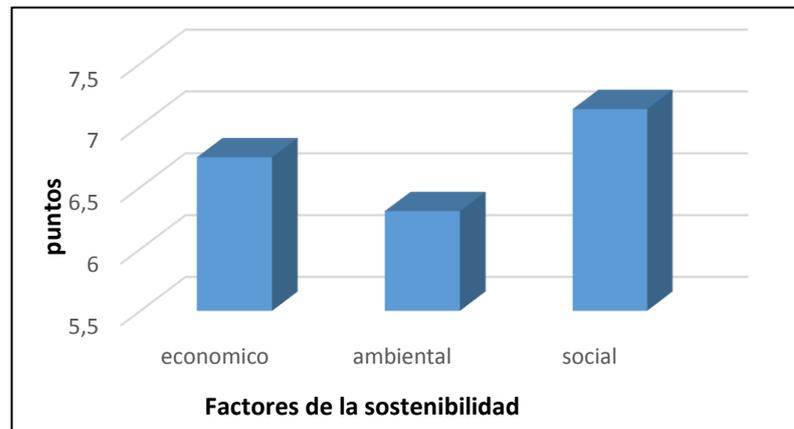
**TABLA 3: PONDERACIÓN DE INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO SUSTENTABLE DE LA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE CONSERVAS DE ATÚN EN LATAS**

<b>Factor</b>	<b>Peso</b>	<b>Indicador</b>	<b>Peso</b>
Económico	0,548	Valor económico retenido específico	0,182
		Costo termoeconómico unitario	0,171
		Costo de materiales	0,128
		Impactos económicos indirectos significativos y alcance de los mismos	0,067
Ambiental	0,241	Eficiencia exergética	0,026
		Intensidad energética	0,026
		nox, sox y otras emisiones atmosféricas significativas	0,051
		Vertido total de aguas, según su calidad y destino	0,070
Social	0,211	Eficiencia ecológica	0,068
		Tipo y tasa de lesiones, enfermedades profesionales, días perdidos, absentismo y número de víctimas mortales relacionadas con el trabajo por región y por sexo.	0,108
		Promedio de horas de capacitación anuales por empleado, desglosado por sexo y por categoría laboral.	0,029
		Porcentaje de empleados que reciben evaluaciones regulares del desempeño y desarrollo profesional, desglosado por sexo y por categoría profesional.	0,029
		Número de reclamaciones sobre impactos sociales que se han presentado, abordado y resuelto mediante mecanismos formales de reclamación.	0,046

De acuerdo con la tabla 3, se puede apreciar que el factor económico es el de mayor importancia con un valor de 0,5484, y el valor económico retenido específico (0,182) se considera su indicador más importante. Con respecto al factor ambiental, el vertido total de aguas según su calidad y destino es su indicador más importante con un valor de 0,070. El tipo y tasa de lesiones (0,108) se considera un indicador mucho más importante que otro en términos de factor social.

#### **Paso 4. Evaluación del sistema de generación de vapor**

Una vez desarrollado el modelo de evaluación de la sostenibilidad para los sistemas de generación de vapor de la industria de elaboración de conservas de atún en latas se evaluó el sistema objeto de estudio, en función de las escalas de cuantificación y de cualificación, valores presentados en la figura 2.



**Figura 2:** Evaluación de desempeño sostenible del sistema de generación de vapor

Mediante el modelo de evaluación de la sostenibilidad desarrollado en el presente trabajo, se evaluó el sistema de generación de vapor objeto de estudio, y se determinó que el factor con mejor rendimiento sustentable, fue el factor social que obtuvo el valor de 7,131.

#### **Conclusiones**

*Para el sistema de generación de vapor de la empresa objeto de estudio, el factor económico resultó ser el de mayor importancia respecto al ambiental y social con un valor de 0,5484 y el valor económico retenido específico su indicador más importante con 0,182. Con respecto al factor ambiental, el vertido total de aguas según su calidad y destino resultó ser su indicador más importante, con un valor de 0,070. El tipo y tasa de lesiones con 0,108 se considera el indicador más importante que otros en términos de factor social. Se evaluó el sistema de generación de vapor, y se determinó que el factor con mejor rendimiento sustentable, fue el factor social que obtuvo el valor de 7,131 considerado por la escala de cualificación como bueno.*

#### **Referencias bibliográficas**

1. García-Granero, E., Piedra-Muñoz, L., & Galdeano-Gómez, E. (2018). Eco-innovation measurement: A review of firm performance indicators. 5(2).
2. Wilburn, K., & Wilburn, R. (2013). Using Global Reporting Initiative indicators for CSR programs. 4(1).
3. Amrina, E., & Vilsa, A. (2015). Key Performance Indicators for Sustainable Manufacturing Evaluation in. *Procedia CIRP*, 26, 19 - 23.
4. Arteaga Linzan, A. R., Fernandez Parra, M. I., & Brito Sauvanell, A. L. (2017). Evaluación energético-económica en la producción de atún en conservas en la industria ecuatoriana. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 94-102.

5. Asif, M., Searcy, C., Zutshi, A., &Fischer, O. (2013). anintegrated mangement systemt corporate social resposability. *Journal of clean production*, 56, 7-17.
6. Diabat, A., Kannan, D., & Mthiyazhagan, K. (2014). Analysis of implementation of sustainable supply-chain management-A textile case. *Journal of cleaner production*, 83, 391-403.
7. Duarte, A., Canais-Seco, T., Peres, J., Bentes, I., & Pinto, J. (2010). Sustainability indicators of subsurface flow constructed wetlands in Portuguese small communities 6(9).
8. Epstein, M. J. (2001). Making sustainability work. But practice and manageming and measuring corporate social, environmental and economic impact.
9. FAO. (2004). Calidad y competitividad de la agroindustria rural de america latina y el caribe, uso eficiente y sostenible de la energia (Vol. 153). Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentacion.
10. García Granero E, Piedra-Muñoz L, Galdeano-Gómez E. (2018) Eco-innovation measurement: A review of firm performance indicators. *Journal of Cleaner Production*, 191(1), 304-317
11. Garcia, P., Garcia, L., Perez Ruiz, A., &Rodriguez del Boque, I. (2012). Analisis de la practica corporate de la responsabilidad social en el sector turistico: Un estudio de casos. *Cuaderno de turismo*, 145 - 164.
12. GOND, e. a. (2012). Configuration management control systems: Theorizing the integration of strategy and sustainability. *Managment account Research*, 23(3), 205 - 223.
13. Hahn, R., &Kuhnen, M. (2013). Determination of sustainability reporting: A review of results, trends and opportuniies in an expanding field of research. *Journal of cleaner production*, 59, 5 - 21.
14. International Energy Agency. (2014). IEA - Publication- Key World Energy Statistics 2013.
15. Jakawickrama, H., Kulatunga, A., &Mahavan, S. (2017). FUZZY AMP based sustainability evaluation method. (G. r. iniciative, Ed.) *Procediamanufacturing*, 8, 571 - 578.
16. Jiménez Borges, R., Lapido Rodríguez, M. J., Madrigal Monzón, J. A., & Vidal Moya, D. A. (2015). Método para la evaluación de la eficiencia e impacto ambiental. *IngenieriaEnergetica*, 37(2), 135-143.
17. Keeble, B. (1988). The Brundtland report: 'Our common future'. *Medicine and war*, 4, 17 - 25.
18. Kumar Singh, R., Murty, H., Gupta, S., & Dikshit, A. (2009). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators*, 9.
19. Lee K. and Carter S. (2011). Global Marketing Management. *Strategic Direction*, 27(1).

20. Nurmann, N., & Main-Sparedolozzi, V. (2016). Cost and Environmental Impact in manufactory: A case study approach. *Procedia manufactory*, 5, 58 - 74.
21. OCDE. (2002 ayb). An update of the OECD Composite leading Indicators. Short-termeconomic Statistics division, Statistics Directorate/OECD.
22. ONUDI. (2014). *Manual de capacitación en Optimización de sistemas de vapor industrial (OSV)*. Viena: Electrónica.
23. Sa, R. C. (2018). Inovacion e sustentabilidade. Un estudo de caso na industria de rotulos autoabrasiv. (F. G. Vargas, Ed.) Trabajo presentado a la Escuela de administracion de Sao Paulo. Obtenido de [www.bibliotecadigital.fqv.br](http://www.bibliotecadigital.fqv.br).
24. Serrano, E. S. (30 de octubre de 2013). La responsabilidad social corporative. Un nuevo paradigma para las empresas. Recuperado de [www.diarioresponsable.com](http://www.diarioresponsable.com).
25. The World Bank. (2014). The World Bank DataBank.
26. Todorovic, M. L., Petrovic, D., Mihic, M., Obradovic, V., & Bushuyev, S. (2015). Project success analysis framework. A knowledge-based approach in project management. *International journal of project management*, 33, 712 - 783.
27. U.S. Energy Information Administration. (2016). *International Energy Outlook 2016*. Washington.
28. Varsei M, Claudine S, Behnam F and Joseph S (2014). Framing sustainability performance of supply chains with multidimensional indicators. *Supply Chain Management*, 19(3), pp. 242-257.
29. Wilburn K and Wilburn R (2013). Using Global Reporting Initiative indicators for CSR programs. *Journal of Global Responsibility*, 4(1), pp. 62-75.
30. World Business Council for Sustainable Development. (1997). *Signals of Change: Business Progress Toward sustainable Development*.
31. World Commission on environment and development. (1987). *World commission on environment and development*. Berlin.