



Desarrollo sostenible: afectaciones en la dimensión social de la cadena de suministro inversa

Sustainable development: impact on the social dimension of the reverse supply chain

Omar Cevallos-Muñoz^I, Patricio Alcocer-Quinteros^I, René Abreu-Ledón^{II}

^I Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

E-mail: ocevallos@uteg.edu.ec, palcocer@uteg.edu.ec

^{II} Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Santa Clara, Cuba.

E-mail: rabreu@uclv.edu.cu

Recibido: 17 de julio del 2019.

Aprobado: 28 de agosto del 2019.

RESUMEN

Se aborda la relación entre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y desarrollo sostenible como elemento articulador de sus tres dimensiones: ambiental, económico y social. Se evalúan variables que integran la dimensión social en el campo del reciclaje. Se propone un método para integrar resultados de evaluación de la dimensión social a nivel de Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES) dedicadas al reciclaje de refrigeradores haciendo uso de la encuesta. Las afectaciones en el clima laboral son significativas, interfiriendo el desarrollo sostenible en el área del reciclaje, donde para optimizar la variable se utilizó el modelo *Social Group Entropy Optimization Algorithm* (SGEO), por sus siglas en inglés. Los resultados sientan bases para un cambio organizacional desde el uso de las TIC, tendiente a la innovación abierta, gestión del conocimiento, gestión de información compartida y seguimiento de proyectos.

Palabras Clave: desarrollo sostenible, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), clima laboral, dimensión social, cadena de suministro inversa.

ABSTRACT

The study addresses the relationship between Information and Communication Technologies (ICT) and sustainable development as an articulating element of its three dimensions: environmental, economic and social. Variables that integrate the social dimension in the field of recycling are evaluated, where in a previous study it is concluded that in Ecuador the reverse supply chain in household appliances (refrigerators) has shortcomings in this dimension and affects the sustainability of the RENOVA program. A method to integrate the results of the evaluation of variables at the level of Small and Medium Enterprises (SMEs) dedicated to the recycling of refrigerators using the survey is proposed. The effects on the working environment are significant, interfering with sustainable development in the area of recycling, where the Social Group Entropy Optimization Algorithm (SGEO) model to optimize the variable was used. The results set the basis for an organizational change from the use of ICT, tending to open innovation, knowledge management, shared information management and project monitoring.

Keywords: sustainable development, ICT, working environment, social dimension, reverse supply chain.

I. INTRODUCCIÓN

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20) celebrada en el 2012 en Río de Janeiro, Brasil, marcó un referente clave para poner las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) al servicio del desarrollo sostenible de los pueblos y nacionalidades. Esto significó entender que era necesario integrar la dimensión social, económica y medio ambiental en toda actividad tendiente a mejorar la calidad de vida de las personas, apoyando iniciativas dirigidas a países en vías de desarrollo a conseguir este objetivo.

Para diciembre del 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó el Informe de la segunda Comisión titulado "Tecnologías de la información y las comunicaciones para el desarrollo", en el cual se reconoció que las TIC tienen el potencial de brindar nuevas soluciones a los problemas del desarrollo, en particular en el contexto de la globalización [1]. Señalándose así su aporte para promover el progreso de la humanidad como eje transversal de los 17 objetivos planteados en el informe. El Foro de la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información desarrollado en Ginebra, Suiza, en mayo del 2016 consideró que las TIC pueden acelerar el progreso en todos los 17 objetivos, ya que han demostrado claramente su valor como facilitadores transversales de desarrollo sostenible (Ibíd., 2016: 7)

En resumen, según Guijarro, J. (2016), los objetivos se centran en puntos como la educación de calidad, energía asequible y no contaminante, trabajo decente y crecimiento económico, producción y consumo responsables [2]. Esto en efecto conlleva a que la sociedad civil asuma iniciativas tendientes a contribuir en la calidad de vida de las personas desde la perspectiva del desarrollo sostenible, enfocando el tema en el uso de las TIC. Donde para Heng, W. (2011), el factor más crucial y fundamental es que la capacidad científica y tecnológica otorgue un alcance significativo al desarrollo económico, ambiental y social [3].

La Comisión Brundtland en 1987, analizó la sostenibilidad desde las dimensiones: ambiental, económica y social y consideró que su articulación a las TIC contribuye a asegurar el desarrollo de los pueblos para satisfacer las necesidades de hoy sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras [4, 5]. Estos criterios de análisis se mantienen hasta la actualidad.

Según Ping, L. (2009), la tecnología de la información ha reducido el fenómeno del consumo excesivo que ha perjudicado el medio ambiente, sin embargo, todavía se manifiestan rezagos de su impacto negativo [6]. Por lo que resulta importante mantener el desarrollo sostenible de la logística verde que está estrechamente relacionada con la producción, la comercialización y el consumo verde.

Se han referido algunas investigaciones que refieren la optimización de la energía como aporte al medio ambiente e indican la relación existente entre:

- la tasa de consumo de energía
- el progreso científico y tecnológico
- la estructura industrial, la estructura de consumo de energía
- la protección del medio ambiente

Plantea un modelo de consumo de energía y mencionan que el sistema de control adaptativo del desarrollo sostenible optimiza el diseño de ruta del desarrollo y su trayectoria. Describen la optimización del funcionamiento del sistema de energía dedicado. Se incluyen las fuentes renovables creadas por la plataforma Solver, la cual sugiere una conexión de topología óptima del sistema de energía basada en la predicción de los puntos de consumo y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables [7, 8].

En respuesta al alto consumo de energía de los electrodomésticos en el hogar, Borroto, A., Costa, I. (2003) determinaron con una investigación que el consumo eléctrico residencial, particularmente en países en desarrollo, los refrigeradores constituyen uno de los equipos de mayor consumo [9]. Por lo anterior es de suma importancia optimizar su funcionamiento y minimizar la energía que demandan.

La logística inversa planteado por Sánchez (2015) refiere el reciclaje y la reincorporación de recursos como una estrategia para disminuir los problemas del medio ambiente de reincorporar recursos ya utilizados y dirigir el desarrollo en países en vías de desarrollo, como Cuba [10, 11]. En China, el uso de plantas integradas de reciclaje para electrodomésticos (refrigeradores) aporta sobremanera en este sentido [12].

El desarrollo tecnológico conduce a que la industria del reciclaje se convierta en importante suministradora de materia prima para la fabricación de los más disímiles artículos de consumo diario o de equipos de larga duración. Al mismo tiempo permite proteger el medio ambiente, ahorrar los recursos minerales y la energía, donde la logística inversa ha sido abordada por investigadores Berenguer, M., et al. (2006), Hernández, C. et al. (2016), Li, Sh., et al. (2016) y

Wang, I., Yang, W. (2007) quienes desde la experiencia de países como Brasil y China han evidenciado la problemática, contribuyendo desde su campo a mejorar el proceso [13, 14, 15, 16].

La temática de la logística inversa de forma sostenible ha sido abordada por Bustos, C. (2015) Reyes, A. (2009), quienes han entendido la necesidad de articular las tres dimensiones del desarrollo sostenible; es decir acciones dirigidas a la recuperación ambiental, a mejorar el valor de los productos, así como conseguir ubicar una imagen corporativa en un alto nivel [17,18]. No obstante, el interés en materia de desarrollo sostenible se ha centrado específicamente en mejorar la dimensión ambiental. Aunque para [19], algunas corporaciones han comenzado a evolucionar al incluir los principios del desarrollo sostenible y el triple objetivo en sus planes de crecimiento y desarrollo. Promoviendo el bienestar social y minimizando la degradación ambiental. Se maximiza la rentabilidad económica, la cual se está convirtiendo rápidamente en una práctica común, incluso, en materia de desarrollo sostenible las dos dimensiones ambiental y económica han eclipsado los esfuerzos de lograr la sostenibilidad de la dimensión social.

Los estudios sobre este punto también han sido abarcados por [20], quienes concluyen que existe una literatura limitada y enfocada al tema de la sostenibilidad social por lo que su propuesta se basó en evidenciar la importancia del tema desde el análisis en el área urbana. Espacio en el que se observa grandes afectaciones no solo ambientales sino también en el aumento de la desigualdad social. Para Wang, Y. M. and Fu, G. W. (1993), el desarrollo debe ser tratado como un código ético para la supervivencia humana y progreso relacionados claramente con ideas de democracia (libertad y derechos humanos) [20]. Donde deben constar principios de justicia e inclusividad, por lo que proponen que los gobiernos incorporen estos principios en el diseño de políticas holísticas dirigidas a motivar y capacitar a las empresas para que desarrollen estrategias más sostenibles.

En función de lo expuesto y del estudio llevado a cabo por se determinó que, en términos de sostenibilidad, en relación al reciclaje de electrodomésticos específicamente de los refrigeradores, Ecuador presentaba falencias en la dimensión social [21]. Esto se traduce en la importancia de establecer un entorno laboral en el que se consideren aspectos como las condiciones en las que los empleados trabajan, grado de estimulación y capacitación en las actividades que realizan, servicios de seguros de vida, nivel de comunicación entre pares y altos directivos, nivel de participación en la toma de decisiones de la empresa. Así mismo, el desarrollo sostenible en la dimensión social está relacionado a evaluar en qué grado se utiliza o no se utiliza a menores de edad en el trabajo, si se presentan o no se presentan accidentes en las labores diarias, cantidad de empleos generados y enfermedades producto de actividades en el trabajo.

El inadecuado proceso ejecutado en la cadena de suministro inversa incide en la dimensión social y no facilita su optimización hacia el desarrollo sostenible en el Ecuador. Este trabajo presenta el método utilizado y los resultados obtenidos en relación a las diferentes variables analizadas. Se propone aplicar el modelo *Social Group Entropy Optimization Algorithm* (SGEO), por sus siglas en inglés, como paso inicial para potenciar la dimensión social a través de las TIC.

II. MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación se ha considerado la investigación descriptiva sobre la base de revisión bibliográfica de primera y segunda mano referente al tema de las TIC, desarrollo sostenible, reciclaje y dimensión social. Así mismo se ha utilizado el método cuantitativo desde donde se han evidenciado valores cuantificables como proporciones (en %) relacionados a las afectaciones de sostenibilidad en los trabajadores recicladores de electrodomésticos en Ecuador a través de una encuesta, así como datos estadísticos a nivel nacional. En el proceso se ha utilizado el modelo SGEO como medio para ofrecer alternativas de optimización de la variable deficiente en la dimensión social, y siguiendo los siguientes pasos.

Paso 1. Caracterización de la cadena logística

En el presente estudio se ha abordado la caracterización de los principales elementos que conforma la cadena logística del proceso de reciclaje de los refrigeradores. Se consideran los canales que se utilizan para asegurar que estos lleguen al proceso de reciclaje tomando en cuenta tres actores en estudio: Programa RENOVA Refrigerador, PyMES (Pequeñas y Medianas Empresas) y Recicladores Independientes. Se evidencian así que los volúmenes de refrigeradores destinados para el reciclaje por cada uno de los grupos analizados se determinaron que los recicladores industriales son quienes adquieren un mayor volumen de refrigeradores en fin de uso seguidos por los Recicladores Artesanales, como lo muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Grupos de análisis en la cadena de suministro inversa

Actores	Volumen de refrigeradores	Proporción (%)
Reciclador Industrial	4.000	50,1
Taller Multiservicio en Electrodomésticos	942	11,8
Recicladores Artesanales	3.038	38,1
Total	7.980	100,0

Paso 2. Definición de las variables a evaluar por dimensión y procesos

Este paso ha sido esencial para determinar qué variables deberían ser evaluadas en la dimensión social, considerando las siguientes como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables de la dimensión social

Dimensión	Variable
Social	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Satisfacción con el contenido de trabajo--Satisfacción con las condiciones de trabajo. ▪ Satisfacción con la estimulación--Satisfacción con las condiciones de bienestar. ▪ Satisfacción con los servicios de seguros de vida. ▪ Capacitación en el contenido de trabajo---Alimentación en la organización. ▪ Satisfacción con la comunicación empresarial--Satisfacción con la participación. ▪ Estado de las relaciones con la comunidad--Utilización de menores de edad en el trabajo.

Paso 3. Establecer métodos y fuentes de medición de las variables por la dimensión social

Para ejecutar este paso se llevó a cabo una encuesta dirigida a tres actores: Programa RENOVA Refrigerador, PyMES y recicladores. Cuya muestra se dirigió a 360 empleados, de los cuales el 87% es del sexo masculino, y, el 13% del sexo femenino. Su composición por nivel escolar fue: un 62% educación básica, 36% educación media y 2% educación superior.

Por su parte, la composición etárea de la muestra se encuentran entre 30 y 50 años. En la Tabla 3 se presenta una breve caracterización de la muestra utilizada.

Tabla 3. Caracterización de la muestra

Composición	Clasificación	(%)	Composición	Clasificación	(%)
Sexo	Masculino	87	Composición por edad	< 30	18
	Femenino	13		30-40	35
Composición por nivel escolar	Básico	62		40-50	47
	Medio	36		> 50	0
	Superior	2			

Paso 4. Evaluación de las variables por la dimensión social

Las variables de la encuesta fueron tomadas en cuenta en función de tres valores: 1 (deficiente), 2 (aceptable) y 3 (satisfactorio); estos valores se dividieron por el máximo valor posible a alcanzar de tres (3).

Paso 5. Datos estadísticos de cada indicador en su dimensión social [24].

Indicadores sociales-situación de trabajo

Con la finalidad de establecer una clara clasificación de la población empleada a nivel nacional y las condiciones laborales, se considera los siguientes valores estadísticos desarrollados por el INEC (2017),

a) Satisfacción con las condiciones de trabajo

Evolución de indicadores laborales

- En diciembre 2017, la tasa de empleo adecuado/pleno se ubicó en el 49,5% para los varones y 32,4% para las hembras. La tasa de empleo inadecuado es de 41,1%.
- En diciembre 2017, la tasa de desempleo alcanzó el 4,6% a nivel nacional.

DESARROLLO SOSTENIBLE: AFECTACIONES EN LA DIMENSIÓN SOCIAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO INVERSA

En la figura 1 se observa la evolución de estos indicadores.

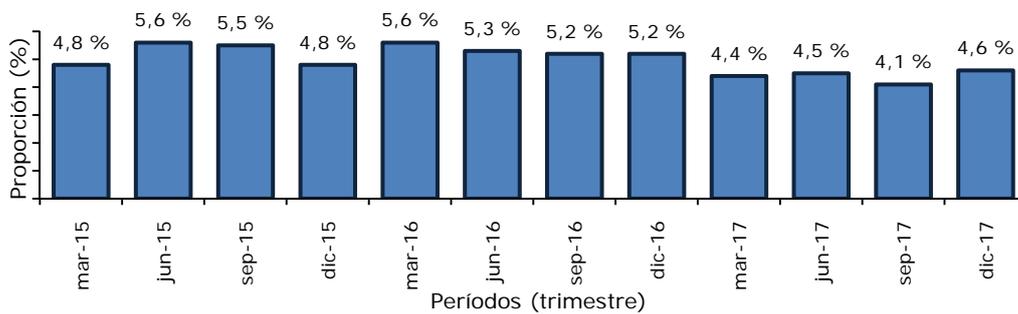


Fig. 1. Evolución de indicadores laborales entre 2007-2017

Empleo inadecuado

El empleo inadecuado está formado por la población con algún inconveniente a laborar (horario de trabajo y/o de jornada), y posee tres subgrupos:

1. Los subempleados.
2. El empleo no remunerado.
3. El 'otro empleo inadecuado'

Antes este contexto, la tasa de empleo inadecuado, aumenta en promedio 1,7 % para los varones y 1,7% para las hembras, esto se ilustra en la figura2.

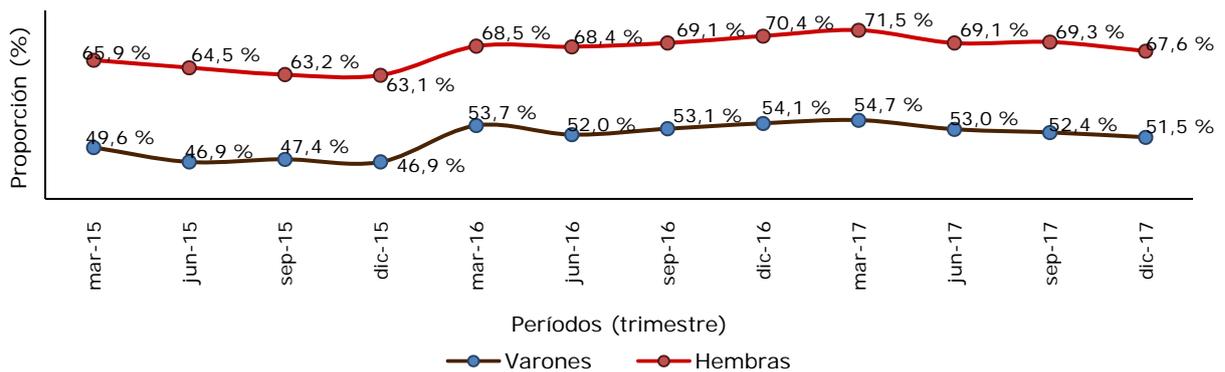


Fig. 2. Tasa de empleo inadecuado por sexo entre 2015-2017

Se observa que el empleo inadecuado para los hombres corresponde a unos 16,1% menos que el de las mujeres.

Empleo inadecuado por tipo de trabajo

La participación de los trabajadores con un empleo inadecuado en trabajos independientes aumentó en promedio 29,9%, lo cual se ilustra en la figura 3.

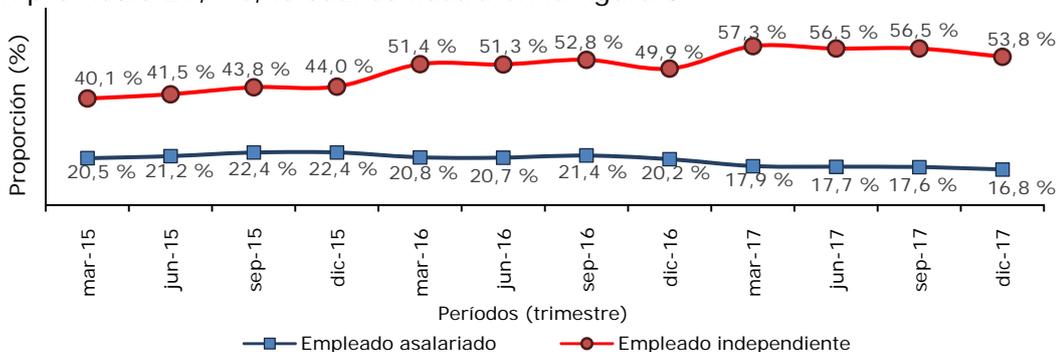


Fig. 3. Tasa de empleo por tipo de trabajo entre 2015-2017

Horas de Trabajo

Para diciembre 2017, se registra aproximadamente 42 horas promedio de trabajo a la semana para los hombres, mientras que 34 horas a la semana para las mujeres, lo cual se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Horas promedio de trabajo por semana, 2015-2017

Período (trimestres)	Sexo	
	Varones (hh:mm)	Hembras
mar-15	44:37	38:25
jun-15	44:21	37:56
sep-15	43:45	38:08
dic-15	43:34	38:17
mar-16	43:51	37:24
jun-16	42:38	37:44
sep-16	42:18	37:26
dic-16	41:49	36:34
mar-17	41:18	36:32
jun-17	40:43	34:42
sep-17	41:31	35:23
dic-17	41:27	36:34
Promedio	42:12	33:49

Empleo sector informal

Para diciembre de 2017, el 44,1% de personas con empleo se encuentran en el sector informal de la economía, lo cual se refleja en la figura 4.

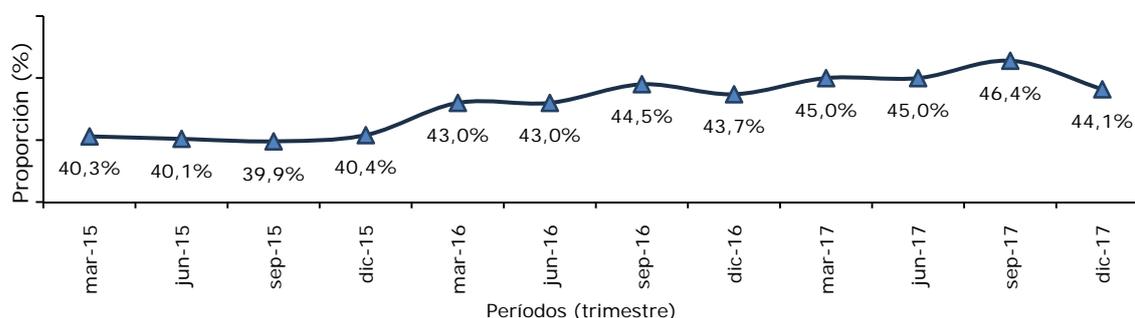


Fig. 4. Evolución de la tasa de empleo en el sector informal, 2007-2017¹

b) Satisfacción con los servicios de seguro de vida

Para condiciones de Empleo - Empleo y seguridad social, la figura 5, ilustra su comportamiento.

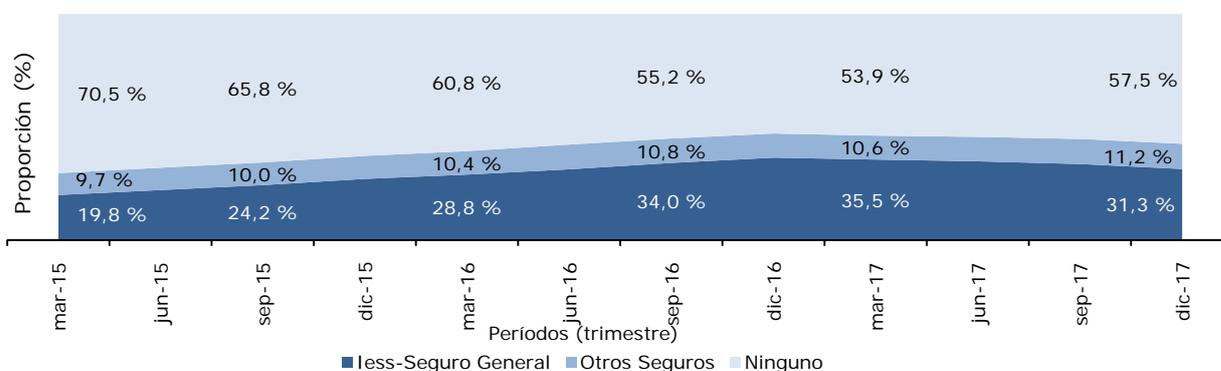


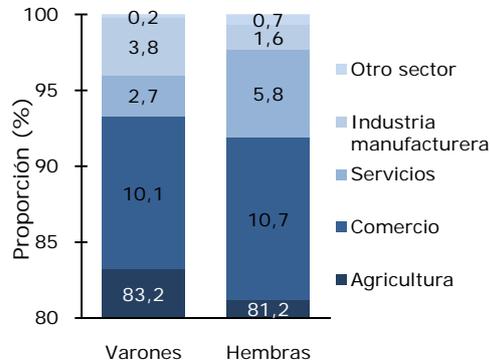
Fig. 5. Evolución de la tasa de afiliado/no afiliado a un seguro de vida entre 2007-2017²

¹ Nota: Personas con empleo que trabajan en empresas (unidad encargada de la producción de bienes y servicios) que no tienen Registro Único de Contribuyentes.

²La categoría de empleo no incluye a los asalariados e independientes

c) Utilización de menores de edad en el trabajo (Figuras 6a y 6b).

a. Distribución de niños y adolescentes de 5-14 años en trabajo infantil por sector y sexo.



b. Distribución de niños y adolescentes de 5-14 años en trabajo infantil por situación en el empleo y sexo.

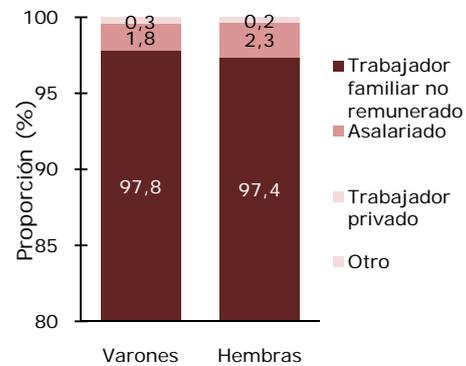


Fig. 6. Composición del trabajo infantil en niños y adolescentes de 5-14 años por sexo.

En las figuras 7 y 8 se muestra los accidentes en el trabajo y enfermedades profesionales entre el 2013 y 2015 respectivamente [23].

d) Accidentes en el trabajo ---Cantidad de empleos generados, enfermedades en el trabajo.

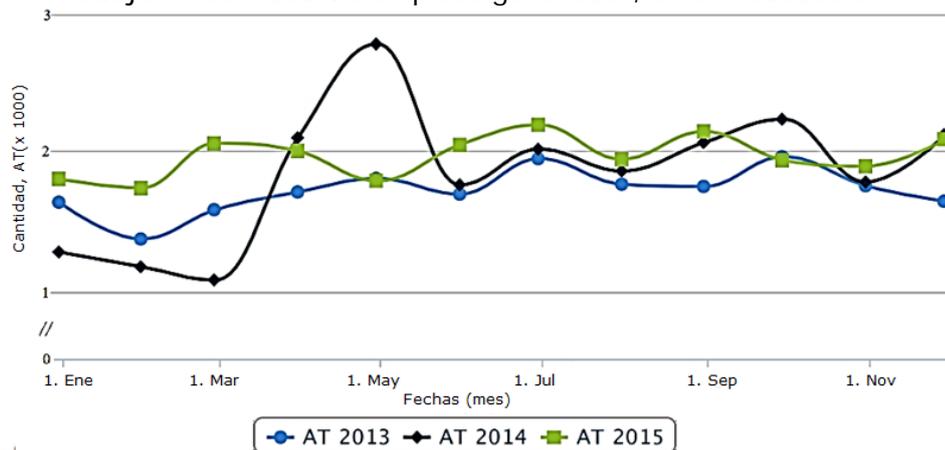


Fig. 7. Accidentes de trabajo (AT) entre 2013-2015

e) Enfermedades profesionales en el trabajo.

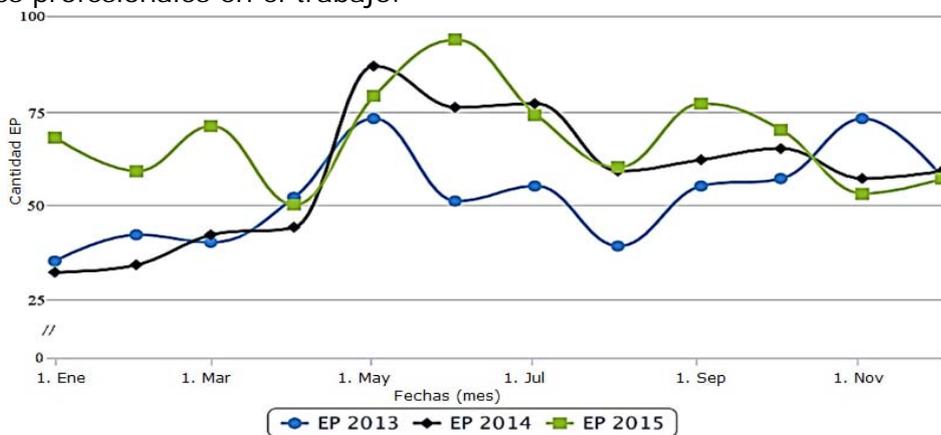


Fig. 8. Enfermedades profesionales (EP) en el trabajo entre 2013-2015

III. RESULTADOS

3.1. Análisis de las encuestas aplicadas a los actores

Lo resultados obtenidos refieren el Estado Real (ER) y el Estado Deseado (ED) de las variables estudiadas (Tabla 5), determinando la influencia del proceso de reciclaje en la dimensión social (recicladores: informales, talleres multiservicios y la industria).

Tabla 5. Medición de las variables de la dimensión social en los tres actores en estudio

Satisfacción con:	ER (%)	ED (%)	Evaluación	Variables	ER (%)	ED (%)	Evaluación
Contenido de trabajo	3,0	80,0	Deficiente	Capacitación	67,0	80,0	Satisfactorio
Condiciones de trabajo	48,0	80,0	Deficiente	Relaciones con la comunidad	64,0	80,0	Satisfactorio
Estimulación en el trabajo	53,0	80,0	Deficiente	Menores de edad en el trabajo	92,0	0,0	Deficiente
Condiciones de bienestar	77,0	80,0	Deficiente	Accidentes de trabajo	13,0	0,0	Deficiente
Servicios de seguros de vida	48,0	80,0	Deficiente	Enfermedades profesionales	3,8	0,0	Deficiente
Comunicación empresarial	77,0	80,0	Satisfactorio	Empleos generados	394,0	400,0	Aceptable
Participación en el trabajo	52,0	80,0	Satisfactorio				

Se observa en la mayoría de ellas un rango deficiente en el proceso, estableciéndose que las condiciones de labores de los trabajadores en estos sitios no son favorables, específicamente en los llamados Recicladores Independientes y Artesanales. El estudio determinó un número considerable de menores de edad trabajando como "recolectores independientes" que limitan su adecuado registro y control. Esta actividad provee limitados ingresos a la economía familiar y la consecuente afectación a los indicadores de las dimensiones: económica y social.

Las condiciones existentes en las fuentes laborales pueden generar accidentes o enfermedades asociadas al puesto de trabajo. Los accidentes laborales más comunes se relacionan con golpes, quemaduras y heridas en las diversas partes del cuerpo ya que no existen herramientas de protección y los procesos de capacitación sobre el manejo de los residuos es limitado. En el caso de las personas que laboran en los "talleres multiservicios" y el reciclado en las empresas industriales, se conoce de la existencia de enfermedades profesionales relacionadas con las deficientes condiciones de bienestar.

3.2. Estadística del INEC en relación a indicadores sociales-situación de trabajo.

En la Tabla 6, se presenta el detalle de los indicadores sociales-situación de trabajo en el cual se observa una problemática en el ámbito del clima laboral. El 40,9% de la población estudiada mantiene un empleo en condiciones de trabajo adecuada, las mujeres mantienen una menor proporción de horas de trabajo, notándose que el 11,2% laboran en talleres y no están afiliadas al seguro social, sino que acceden a otros servicios médicos. El 82,2% utiliza mano de obra infantil en los trabajos agrícolas y el 10,4% en el comercio ambulante. En los últimos tres años se refleja una creciente tendencia significativa a ser afectados por enfermedades por estas actividades.

DESARROLLO SOSTENIBLE: AFECTACIONES EN LA DIMENSIÓN SOCIAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO INVERSA

Tabla 6. Indicadores sociales-situación de trabajo

Satisfacción con las condiciones de trabajo		Tiempo de trabajo (horas)		Satisfacción con los servicios de seguro de vida		Utilización de menores de edad en el trabajo		Patologías de origen laboral (2013-2016)	
Variable	%	Variable	%	Variable	%	Variable	%	Variable	Observación
Empleo adecuado	40,9	Hombres	41,0	IESS	31,3	Agricultura	82,2	Accidentes	2014 (mayo) mayor que en 2015 y 2013.
Empleo inadecuado	41,0	Mujeres	34,0	Otros seguros	11,2	Comercio	10,4	Enfermedades	En los 3 años se refleja una creciente tendencia significativa.
Empleo informal	44,1			Ninguno	57,5	Servicios	4,1		
						Industria manufacturera	2,7		
						Otro sector	0,1		

Adecuado  Medianamente adecuado  Inadecuado 

3.3. Modelo de Grupo social

a) Clasificación

Lider (el individuo más destacado del grupo)

Moses (quien obedece al Lider y dirige a los grupos que se encuentran tras de este). En SGEO, se plantea la ecuación (1),

$$N_M = \text{floor}(N \times MT)(1)$$

Donde: N es el número de la población tomada como referencia, MT es el umbral de Moses, y la función de *floor*, asigna un número real a un número entero.

Seguidores: se ubican en un rango relativamente bajo, donde no existe mayor aporte. Éstos son comandados por Moses.

Deportees (DT): es el grupo de individuos del que la empresa debe eliminar lo peor de ellos. Para asegurar la superioridad evolutiva se plantea la ecuación (2):

$$N_D = \text{floor}(N \times DT)(2)$$

Donde: el número de Deportees está determinado por el umbral de Deportees.

El modelo de grupo social establece la necesidad de potenciar a Lider y los denominados Moses de entre el grupo, entendiéndose que estos contribuyen significativamente, tanto a la mejora de la imagen de la empresa como a establecer un clima laboral favorable en el público interno.

b) Comportamiento social

En este punto interesa conocer cómo es el comportamiento del público interno, en función de tres tipos de comportamientos:

- 1) Los individuos que actúan por su propia voluntad.
- 2) Los individuos que actúan por la voluntad de los demás.
- 3) Los individuos que toman acciones negativas y son eliminados de la población.

Al establecer una relación entre la clasificación del grupo social y su comportamiento social; se entiende que el Lider asume el comportamiento 1, Moses y los Seguidores tienen los comportamientos 1 y 2 y los Deportees mantienen solo el comportamiento 3. En la Tabla 7 se ejemplifica con mayor detalle.

Tabla 7. Relación grupo social-comportamiento social

Clasificación del grupo social	Comportamiento del grupo social	Relación
Lider (individuo más destacado)	Toma acción por su propia voluntad	1
Moses y Seguidores	Se ven afectados por las decisiones de superiores y su propia voluntad	1 – 2
Deportees	Asumen un comportamiento con acciones negativas y son eliminados de la población	3

3.4. Modelo de optimización de estado

El modelo SGEO establece una relación entre mejorar el trabajo del público interno y los tres estados de la materia: sólido, líquido y gaseoso, donde este punto se mide en función de la fuerza que cada estado ejerce sobre la partícula de una materia. Por lo que en este estudio se considera a la población segregada como el estado inicial (gaseoso) notándose una comunicación deficiente en el grupo. Lo ideal es ubicarse en el estado sólido, donde los individuos se agrupan interactuando de manera fluida unos con otros, es decir, Moses y Seguidores se encuentran cerca del Lider. En este grupo no se incluyen a los Deportees, ya que por sus acciones negativas deben ser eliminados.

3.5. Entropía

En Física, la entropía se formula de manera matemática como se muestra en la ecuación (3):

$$H(x) = -k \sum_{i=1}^n p_i \log_b(p_i) \tag{3}$$

Donde **b** es la base del logaritmo utilizado (constante, **e** en este documento). La **k** es una constante positiva dependiendo de la unidad utilizada. La función objetivo de cada individuo se observa en la ecuación (4):

$$L_{n,k} = N \frac{f_{n,k} - f^{\min}}{f^{\max} - f^{\min}} \tag{4}$$

Donde, **n** es la fila **n** –ésima en coordenadas paralelas que representa el estado del comportamiento del individuo; **k**, es la dimensión de cada individuo, los valores mínimo y máximo son f^{\min} y f^{\max} , respectivamente. Así, y de acuerdo a la ecuación (3) de la entropía, para el caso en particular, esta se reescribe como se muestra en la ecuación (5):

$$H(x) = - \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N \frac{\text{num}_{n,k}(t)}{kN} \ln \left(\frac{\text{num}_{n,k}(t)}{kN} \right) \tag{5}$$

De lo observado, se puede señalar que el modelo de entropía centra su accionar en determinar el grado de confusión del público interno, como indicador del comportamiento del grupo para así seleccionar el estado ideal (estado deseado) al que el grupo deberá adaptarse gradualmente en el modelo de grupo social (Lider, Moses y Seguidores).

IV. DISCUSIÓN

El interés de fomentar un desarrollo sostenible para los países en vías de desarrollo involucra articular de manera coordinada sus tres dimensiones: ambiental, económico y social; que, al existir falencias en una de ellas, el proceso no puede concretarse satisfactoriamente. A partir de esta premisa y una vez, evidenciados los resultados en el proceso investigativo, se infiere la necesidad de fortalecer la tercera dimensión en el área de reciclaje de refrigeradores. En el análisis de las variables de la dimensión social, de la tabla 5, se observa que, en el año 2017, los recicladores Independientes y Artesanales, que conforman el grupo de empleo del sector informal mantenían el 44,1% de participación. Estos trabajadores están más expuestos a la inestabilidad laboral y condiciones desfavorables con un clima interno negativo que no les permite avanzar. Se

DESARROLLO SOSTENIBLE: AFECTACIONES EN LA DIMENSIÓN SOCIAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO INVERSA

detectó como únicos puntos a favor la capacitación recibida por parte de la empresa y el apoyo de la comunidad de la que se sirven para trabajar.

En relación a la caracterización de la muestra-composición por nivel escolar en relación al volumen de refrigeradores recolectados, de la tabla 3, se observa cierta discriminación por parte de las empresas y un limitado acceso a la educación básica por parte de los trabajadores. Con mayor inherencia en las personas que fluctúan entre 40 a 50 años de edad, la cual es la etapa más complicada para obtener un empleo.

El análisis de los indicadores sociales-situacionales de trabajo (INEC, 2017) no permite identificar con exactitud si los menores de edad (inferior a 14 años) que trabajan como "recolectores independientes" mantienen condiciones laborales inadecuadas. Pues realizan su actividad laboral de manera ambulante, sin embargo, es posible inferir que al no tener estabilidad laboral mantienen ingresos muy bajos, no están afiliadas al seguro social (IESS) y tienen limitado acceso a centros de salud.

La Tabla 6 refiere que en el sector del comercio e industria manufacturera, el trabajo de menores de edad y la problemática inherente a esta variable no es significativo; por lo tanto la tendencia negativa en las empresas está más relacionada a las condiciones laborales. El limitado acceso a seguros de vida y las enfermedades profesionales o accidentes de trabajo que afectan la estabilidad de los trabajadores artesanales y ambulantes y la producción de las empresas con posibles demandas judiciales. Es necesario mejorar el clima laboral mediante el establecimiento de estrategias viables para mejorar el contenido del trabajo, las condiciones de bienestar y estimulación laboral, acceso a servicios de seguro de vida y atención de enfermedades laborales.

En este sentido, el modelo SGEO ofrece una condición favorable para mejorar la situación de trabajo especialmente de quienes se encuentran entre las edades de 40-50 y mayoritariamente son varones, con instrucción educativa básica.

En la Tabla 7 sobre la relación grupo social-comportamiento social, se refleja que las empresas necesitan el perfil más idóneo en el que el Líder asume el comportamiento 1, Moses y los Seguidores tienen los comportamientos 1 y 2 para disminuir la problemática evidenciada. Notándose que el modelo SGEO establece una mayor adaptación del componente de materia "sólido" y se evidencia fuertemente la necesidad de generar procesos comunicativos para que el público interno fomente una interacción más fluida.

El modelo SGEO ofrece por su versatilidad y facilidad de adaptación al análisis en ámbitos sociales mediante el uso de fórmulas validas que permiten mejorar el clima laboral con pautas clave que posibiliten determinar estrategias puntuales. Se considera como limitante en esta investigación, la falta de datos que permitan ofrecer alternativas a grupos vulnerables como los menores de edad en situación de trabajo. Aunque no es significativo en el área comercial e industrial, si resulta preocupante que aquellos que laboran en condiciones desfavorables puedan desarrollar enfermedades o sufrir accidentes que a futuro limiten sus capacidades físicas para emprender otras actividades laborales.

Los resultados del trabajo servirán de base para futuras investigaciones que aborden la relación existente entre las TIC y el desarrollo sostenible. Se resalta el potencial que las TIC aportan a la solución de problemáticas sociales en el contexto de la globalización con miras a fortalecer las tres dimensiones de sostenibilidad: ambiental, económico y social. En el caso en estudio se ha evidenciado la necesidad de fortalecer un cambio organizacional positivo para los trabajadores artesanales y ambulantes del área de reciclaje de refrigeradores en el Ecuador.

V. CONCLUSIONES

1. El uso de las TIC en el campo del desarrollo sostenible constituye un elemento clave para potenciar sus tres dimensiones: ambiental, económica y social del que constituye un facilitador transversal de las mismas y brinda nuevas soluciones a problemas del desarrollo, en particular, en un contexto globalizado.
2. De una previa investigación se determinó que, en relación a la evaluación de la sostenibilidad de una cadena de suministro inversa en Ecuador, la dimensión social presentaba errores respecto a la dimensión ambiental y económica. Por lo anterior, la investigación se dirigió a ofrecer alternativas de optimización del ámbito social para potenciar el desarrollo sostenible, pues este campo investigativo ha sido la menos explorado.
3. De los resultados obtenidos en relación a la encuesta realizada a tres actores (empleados del Programa RENOVA refrigeradores, PYMES y Recicladores Independientes) y datos estadísticos

del INEC, se determinó que existen dificultades en el ámbito del clima laboral. Lo anterior, llevó a la necesidad de optimizar este punto para fortalecer la dimensión social como parte del desarrollo sostenible utilizando el método SGEO.

4. Bajo el principio de Pareto se señala que el 80% de los efectos de una situación provienen del 20% de las causas, o sea, *Lider*, representa el grupo más influyente de los demás (el cual determina la dirección de una empresa), por lo que SGEO elimina o regenera al grupo de individuos con rendimiento deficiente para evitar el despido de un amplio número de empleados. El modelo de optimización del estado centra su atención en analizar las reglas surgidas desde los comportamientos sociales, así como describe el proceso de conversión de dichos comportamientos, mientras que el modelo de entropía establece un principio dirigido a un estado mejorado del grupo o individuos que se necesita redireccionarlos hacia la mejora del clima laboral, logrando una mejor sostenibilidad de la dimensión social.
5. Se destaca que las TIC, a través de los datos obtenidos mediante el modelo SGEO, contribuyen a mejorar la dimensión social. Donde es clave, en el cambio organizacional, facilitar la gestión de actividades, tales como: innovación abierta, gestión del conocimiento, gestión de la información compartida y, el seguimiento de proyectos. 🏢

V. REFERENCIAS

1. Berenguer Húngaro MTM, José J.; Deas Yero, Douglas. El reciclaje, la industria del futuro. *Ciencia en su PC*. 2006;7(3):8. ISSN 1027-2887.
2. Bustos F. CE. La logística inversa como fuente de producción sostenible. *Actualidad Contable Faces*. 2015;18(30):27. ISSN 1316-8533.
3. Nicola Dempsey GB, Sinéad Power, Caroline Brown. The Social Dimension of Sustainable Development: Defining Urban Social Sustainability. *Sustainable Development*. 2009 11/12/2008.12. ISSN. DOI 10.1002/sd.417
4. W. H. Sustainable Development and Technological Innovation. 2011:4. ISSN. DOI <http://doi.org/10.1109/ICECC.2011.6068004>
5. Hernández C, Marins F., Durán J. . Selection of Reverse Logistics Activities Using an ANP-BOCR Model *IEEE Latin America Transactions*. 2016;14(8):6. ISSN 1548-0992. DOI [10.1109/TLA.2016.7786376](https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7786376)
6. Jiang Z. LD, Chen Y., Liu Y. Analysis on the Sustainable Development of Energy-Environment-Economic based on Control Theory 2009:5. ISSN 978-1-4244-3970-6.
7. Lu Y. LZ-f, Wang S., Yun-hui Q. Key technologies of layout design of recycling plants of waste refrigerators. *Mitsubishi Electric Corporation*. 2005;12(2):5. ISSN 1345-3041
8. Shuang Li NW, Tao Jia, Zhengwen He, Huigang Liang. Multiobjective Optimization for Multiperiod Reverse Logistics Network Design. *Journals & Magazines*. 2016;63(2):14. ISSN 0018-9391. DOI [10.1109/TEM.2016.2516986](https://doi.org/10.1109/TEM.2016.2516986).
9. Martínez A. PA. Reflexiones sobre la economía verde. *El New Deal Ecológico Mundial*. Lex. 2017;15(19):48. ISSN 2313-1861 DOI [10.21503/lex.v15i19.1383](https://doi.org/10.21503/lex.v15i19.1383).
10. Ping L. HP. Strategy of Green Logistics and Sustainable Development. *ACM Digital Library*. 2009:4. ISSN 978-0-7695-3876-1. DOI [10.1109/ICIII.2009.89](https://doi.org/10.1109/ICIII.2009.89).
11. Sanjay S. AR. On the path to sustainability: integrating social dimensions into the research and practice of environmental management. 2003:10. ISSN. DOI [10.1002/bse.366](https://doi.org/10.1002/bse.366).
12. Uher M. MS, Vramba J. Optimization of distribution system with grid connected PV plant. 2014:5. ISSN 978-1-4799-4660-0. DOI [10.1109/EEEIC.2014.6835889](https://doi.org/10.1109/EEEIC.2014.6835889).
13. Wang I. YW. Fast Heuristics for Designing Integrated E-Waste Reverse Logistics Networks. *Transactions on electronics packaging manufacturing*. 2007;30(2):8. ISSN 1558-0822 DOI [10.1109/TEPM.2007.899112](https://doi.org/10.1109/TEPM.2007.899112).
14. Xiangning H. XM, Fankun W. Recycling Investigation on Household Electrical Appliances in China 2010:6. ISSN 978-1-4244-7507-0 DOI [10.1109/ICIE.2010.176](https://doi.org/10.1109/ICIE.2010.176).
15. J. S. El reciclaje de los residuos plásticos y sus oportunidades para Cuba Caribeña de Ciencias Sociales. 2015 2015.9. ISSN 2254-7630.
16. S. R. La convergencia de la logística inversa y la eco-eficiencia hacia la sostenibilidad *OIDLES*. 2009;3(6):7. ISSN 1988-2483.
17. A. B. Incremento de eficiencia de los refrigeradores domésticos mediante mejoras en la transferencia de calor en el condensador. 2013:7.
18. Sarkis J. HM, Hervani A. Reverse Logistics and Social Sustainability. 2010:18. ISSN 1535-3966. DOI [10.1002/csr.220](https://doi.org/10.1002/csr.220).

19. Xiang Feng YW, Huiqun Yu, and Fei Luo. A Novel Intelligence Algorithm Based on the Social Group Optimization Behaviors. IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics: systems. 2016 20 July 2016.48(1):65-76. ISSN 2168-2232. DOI [10.1109/TSMC.2016.2586973](https://doi.org/10.1109/TSMC.2016.2586973)
20. Wang YM, Fu GW. Using multiobjective decision making method to make decision for multiattributes. Control and Decision. 1993;8(1):25-9. ISSN 10010920.
21. Wang Y, Parkan C. A general multiple attribute decision-making approach for integrating subjective preferences and objective information. Fuzzy Sets and Systems. 2006 (157):1333-45. ISSN 01650114.