

## **METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN BASE A LA NORMA ISO 50001:2011**

### **METHODOLOGY OF IMPLEMENTATION OF ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS BASED ON ISO 50001: 2011 STANDARD**

Luis Marcelo Arellano Rodríguez<sup>1</sup>, María Gabriela Tapia Carrillo<sup>2</sup>, Jonathan Samuel Vélez Salazar<sup>3</sup>, Cristian Paul Chuchico Arcos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Fuerzas Armadas ESPE – Unidad de Gestión de Tecnologías, Quijano y Ordoñez y Hermanas Páez s/n.

<sup>2</sup>MINEDUC Distrito Latacunga, Av. Antonio Vela y Guayaquil

<sup>3</sup>Universidad de Fuerzas Armadas ESPE – Unidad de Gestión de Tecnologías, Quijano y Ordoñez y Hermanas Páez s/n.

<sup>4</sup>Universidad de Fuerzas Armadas ESPE – Unidad de Gestión de Tecnologías, Quijano y Ordoñez y Hermanas Páez s/n.

e – mail: <sup>1</sup>lmarellano1@espe.edu.ec, <sup>2</sup>maria.tapia@utc.edu.ec, <sup>3</sup>jsvelez1@espe.edu.ec, <sup>4</sup>cpchuchico@espe.edu.ec

*Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro VI Edición 2017, No.1 (19)*

#### **RESUMEN**

El objetivo de esta publicación es guiar al lector hacia la implementación de un sistema de gestión de energía basado en los requisitos establecidos en la norma ISO 50001:2011, con el propósito de direccionar a las organizaciones a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar impactos ambientales relacionados, como también influenciar estas actividades en los costes de la energía por medio de un programa sistemático de eficiencia de energía.

Como en todos los Sistemas de Gestión, un requisito indispensable para poner en marcha la implementación del mismo, es el compromiso asumido por todos los miembros de la organización; una vez logrado, se procede a la instauración de una política de gestión energética. Esta política es el elemento inicial para la siguiente etapa, la planificación estratégica, en la cual se obtienen y analizan datos referentes a consumo de energía, conociendo sus principales usos y las variables que intervienen en este proceso. Posteriormente, se procede a diseñar y definir los controles y actividades que servirán para vigilar, evaluar y analizar la organización.

Finalmente, intervienen ciertas actividades de retroalimentación, las cuales permiten respaldar al SGE (Sistema de Gestión Energética)

#### **Palabras clave**

Eficiencia energética / Gestión de energía / ISO 50001:2011

#### **ABSTRACT**

The purpose of this publication is to guide the reader towards the implementation of an energy management system based on the requirements established in ISO 50001: 2011, with the objective of directing organizations to reduce greenhouse gas emissions and mitigate related environmental impacts, as well as to influence these activities on energy costs through a systematic program of energy efficiency.

As in all the Management Systems, an indispensable requirement to start the implementation, is the commitment assumed by all the members of the organization; once this is achieved, an energy management policy is established.

This policy is the initial element for the next stage, the strategic planning, in which data related to energy consumption is obtained and analyzed, knowing its main uses and the variables that intervene in this process. Subsequently we proceed to design and define the controls and activities that will serve to monitor, evaluate and analyze the organization.

Finally, certain feedback activities intervene, which allow to support the SGE (Energy Management System)

#### **Keywords:**

Energy efficiency / Energy management / ISO 50001: 2011

## 1. INTRODUCCIÓN

La energía es el recurso indispensable en todas las actividades de una organización, sin tomar en cuenta el tamaño o a que sector pertenezca, por tal razón uno de sus principales objetivos debería ser gestionar este recurso que supone costos muy representativos en su labor. El uso de energía repercute notablemente en el entorno, desde el mismo hecho de que para producirla se requiere gran cantidad de recursos; y a la vez, mientras más energía se consume, notablemente se requiere de mayor cantidad de los mismos para producirla.[1]

A esto se suma los terribles efectos que el uso indebido e indiscriminado de los recursos naturales, sin conciencia ambiental ni sentido de responsabilidad social o sostenibilidad ha causado en el planeta, como el cambio climático.

Como respuesta a esta preocupación de carácter mundial, varios organismos internacionales empezaron a proponer medidas para mitigar los efectos nocivos del consumo irracional de energía.[2]

El Protocolo de Kioto de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1998) buscar disminuir las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero sobre todo de los países industrializados y la Unión Europea, debido a que son los principales emisores de Gas Efecto Invernadero "GEI" presente en la atmósfera.[3]

Este protocolo busca que en cada país se delimiten políticas y leyes a favor del medio ambiente, para reducir las emisiones de GEI, entre las que deberían considerarse la eficiencia energética y el uso de energía limpia.[4]

Específicamente en el artículo 2, numeral 1, literal a); se menciona que se deben elaborar y tomar medidas en función de cada contexto nacional, en temas referentes al fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional; investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales; entre otros. [5]

En 2007, se celebra una cumbre por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO), en donde se pone de manifiesto la imperiosa necesidad de establecer un estándar internacional que regule el consumo de energía industrial.

Bajo estas iniciativas en el Ecuador, de acuerdo a cifras del INEC, se investigaron 2232 empresas a nivel nacional incluido Galápagos, con el objetivo de proporcionar información precisa y fiable de las principales características ambientales de diversos sectores que constituyen la actividad industrial de la economía del país, siendo el consumo de energía eléctrica acaparado por la industria manufacturera con un 71,17% [6], también reflejó que existe una alto índice de empresas que cuentan con personal dedicado a actividades ambientales, quienes deben innovar en la manera en que se gestiona su labor.

Una alternativa que se ha tomado como estrategia empresarial, a favor del uso eficiente de energía, es la implementación de la ISO 50001:2011. La Organización Internacional de Normalización – ISO por sus siglas en inglés (International Organization for Standardization), propone un nuevo sistema de Gestión conocido como Sistema de Gestión Energético, que busca desarrollar e implementar la política energética de la organización [7], a través de la Norma ISO 50001 publicada en 2011, la cual detalla los requisitos que debe poseer un Sistema de Gestión Energético, con la finalidad de obtener un mejor rendimiento de energía en las organizaciones. [8]

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El Ecuador por su situación geográfica es un país privilegiado, lleno de recursos renovables y no renovables, con un gran potencial en cuanto a petróleo, recursos hídricos, geotérmicos y solares, como fuentes de electricidad.

Es indudable la importancia que tiene la electricidad para el crecimiento económico y obviamente el desarrollo de todo el país, ya que es el motor permanente de la industria, del comercio del sector productivo y principio para el mejoramiento de la calidad de vida de todos los hogares.

**Tabla 1. Balance nacional de energía**

1. Potencial nominal en MW	%		
<b>generación de energía eléctrica</b>			
Energía Renovable	Hidráulica	4.446,36	54,05
	Eólica	21,15	0,26
	Fotovoltaica	26,48	0,32
	Biomasa	144,30	1,75
	Biogas	2,00	0,02
<b>Total Energía Renovable</b>	<b>4.640,29</b>	<b>56,41</b>	
No Renovable	Térmica MCI	2.005,43	24,38
	Térmica	1.118,85	13,60
	Turbogas		
	Térmica Turbopapor	461,87	5,61
<b>Total Energía No Renovable</b>	<b>3.586,14</b>	<b>43,59</b>	
<b>Total Potencial Nominal</b>	<b>8.226,42</b>	<b>100</b>	
<b>Interconexiones</b>			
Colombia		540,00	83,08
	Perú	110,00	16,92
<b>Total Interconexiones</b>	<b>650,00</b>	<b>100</b>	

En la última década, el gobierno ecuatoriano ha establecido en sus políticas de desarrollo y Buen Vivir, un programa de fortalecimiento de la matriz productiva, por medio del cambio de la matriz energética, cuya dirección se estableció en función de la reconocida riqueza natural del país, como también en la optimización de los recursos naturales, basado en indicadores, estudios y proyecciones, como se establece en la tabla 1 donde se presenta el balance nacional de energía con base al potencial nominal en MW por tipo de energía: renovable (4.640,29 MW) y no renovable (3.586,14 MW), equivalente al 56,41% y 43,59% respectivamente, donde además se define que las centrales hidráulicas son las que más destacaron con 4.446,36 MW, que representa el 54,05% del total de la potencia nominal en generación. [2]

La generación de energía y más aún el consumo de la misma, tienen un impacto considerable sobre el medio ambiente, que demanda a las organizaciones la implementación de sistemas de gestión de uso racional de recursos energéticos, estrategias que no provoquen un impacto negativo en la eficiencia de sus procesos, sino que por el contrario, represente un cambio innovador que tenga frutos y mejore la calidad y el valor agregado de los mismos.[9]

Con referencia al estudio de buenas prácticas de uso de recursos energéticos se delinean dos mecanismos para mejorar la eficiencia energética, uno de ellos es de base tecnológica, que supone el

uso de componentes de alta precisión y eficiencia, y la implementación de procesos innovadores que mitiguen el desperdicio de energía. Otro mecanismo y del cual se obtienen los mejores resultados es de base conductual, el cual requiere cambios en las conductas y en el compromiso organizacional sin alterar ningún equipo [5].

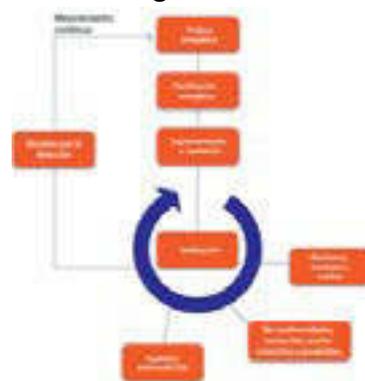
Este panorama ha motivado a la Organización Internacional para la Estandarización a desarrollar lineamientos para frenar el consumo desmesurado de energía mediante la gestión eficiente de forma continua a través de la ISO 50001.[10]

Esta norma al igual que las otras ISO, se sustenta o se basa en el ciclo de Deming "PDCA": Plan, Do, Check, Act [8], lo que se puede evidenciar en la tabla 2.

**Tabla 2. Ciclo PCDA en la ISO 50001**

<b>PLAN</b>	Entender el comportamiento energético organizacional para establecer objetivos que mejoren el desempeño en esta área.
<b>DO</b>	Implementar procedimientos y procesos sistematizados, para controlar y mejorar el desempeño energético.
<b>CHECK</b>	Monitorear y medir procesos y productos en base a la política y a los objetivos previamente establecidos. Reportar los resultados.
<b>ACT</b>	En base a los resultados proponer acciones de mejora continua en relación al desempeño energético.

Según la propia ISO, la norma 50001 influiría hasta en un 60% del consumo mundial de energía [8] y puede ser implementada independientemente del tipo o tamaño de organización.

**Figura 1. Modelo de Sistema de Gestión**

La implementación de un sistema de gestión basado en la norma ISO 50001, traerá consigo

varios beneficios [7], entre los que se destacan:

**Tabla 3. Beneficios de la implementación de ISO 50001**

<b>ENERGÉTICOS Y AMBIENTALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimización de la utilización energética.</li> <li>- Reducción de emisiones de gases CO<sub>2</sub> a la atmósfera.</li> <li>- Disminución del impacto ambiental.</li> <li>- Buen uso de recursos naturales.</li> <li>- Fomento de energía renovable y alternativa.</li> </ul>
<b>LIDERAZGO E IMAGEN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible.</li> <li>- Organización comprometida con el cambio climático.</li> <li>- Cumplimiento de requisitos legales.</li> </ul>
<b>SOCIALES Y ECONÓMICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ahorro en gasto energético.</li> <li>- Disminución de dependencia energética exterior.</li> <li>- Disminución de riesgos derivados de las oscilaciones de los precios de recursos energéticos.</li> </ul>

En todos los sistemas de gestión, un requisito indispensable para poner en marcha la implementación del mismo, es el compromiso tanto de la alta gerencia, como de cada uno de quienes integran la entidad, y en especial del responsable directo de la gestión energética organizacional.

Una vez que se cuenta con este compromiso, se debe instaurar y promover una cultura organizacional y una política de gestión energética, lo cual es el elemento inicial para la siguiente etapa, que corresponde a la planificación estratégica, en la cual se obtienen y analizan datos referentes a consumo de energía, para conocer sus principales usos y las variables que intervienen en este proceso.

Una vez establecida la planificación, se procede a diseñar y definir los controles y actividades que servirán para vigilar, evaluar y analizar la organización.

Finalmente, intervienen ciertas actividades de evaluación y retroalimentación, las cuales permiten dar soporte al SGE.

**Tabla 4. Estructura de la norma ISO 50001**

<b>1. Objeto y campo de aplicación</b>	Razones de la creación de la norma, sus objetivos y campos de aplicación.
<b>2. Referencias normativas</b>	Antecedentes de la norma ISO 50001.
<b>3. Términos y definiciones</b>	Vocabulario relacionado a Gestión Energética y su implementación en un sistema
<b>4. Requisitos del Sistema de Gestión de Energía</b>	Procesos, métodos, prácticas y documentos necesarios para la implementación:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsabilidad de la dirección</li> <li>- Política energética</li> <li>- Planificación energética</li> <li>- Implementación y operación</li> <li>- Verificación</li> <li>- Revisión por la dirección</li> </ul>

A la vez los requerimientos del sistema se dividen en medulares, que son aquellos procedimientos que son esenciales para observar y mejorar el desempeño energético, y estructurales, los cuales proveen estructura en torno a los requerimientos medulares y que convierten a la gestión de la energía en un proceso sistemático y controlado. [1]



**Figura 2. Actividades medulares**

**Tabla 5. Actividades estructurales**

<b>Requisitos generales</b>	4.1 Requisitos generales.
	4.2 Responsabilidad de la dirección.
	4.2.1 Alta dirección.
<b>Planificar</b>	4.2.2 Representante de la dirección.
	4.3 Política Energética.
	4.4 Planificación Energética.
	4.4.1 Generalidades.
	4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos.
	4.4.3 Revisión energética. *
<b>Hacer</b>	4.4.4 Línea base energética. *
	4.4.5 Indicadores de desempeño energético. *
	4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía. *
	4.5 Implementación y operación.
	4.5.1 Generalidades.
	4.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia.
	4.5.3 Comunicación.
	4.5.4 Documentación.
	4.5.5 Control operacional.
	4.5.6 Diseño. *
<b>Verificar</b>	4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía. *
	4.6 Verificación.
	4.6.1 Seguimiento, medición y análisis. *
	4.6.2 Evaluación de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos.
	4.6.3 Auditoría Interna del SGE.
	4.6.4 No - conformidades, corrección, acción correctiva y preventiva.
	4.6.5 Control de registros.
<b>Actuar</b>	4.7 Revisión por la dirección.
	4.7.1 Generalidades.
	4.7.2 Información de entrada para la revisión por la dirección.
	4.7.3 Resultado de la revisión por la dirección.

\* Actividades medulares

## Proceso de implementación de la norma ISO 50001

**a. Planificación:** Se debe revisar aquellos aspectos que tengan un impacto directo energético, tales como: equipos, actividades, procesos y sistemas; personal y las actividades que realizan; los requisitos legales; identificación de oportunidades de mejora.

Dentro de este apartado hay que mencionar que existe una etapa previa e indispensable que es el análisis de brechas por medio del levantamiento de información documental y una reunión con los coordinadores de la gestión de energía. Como resultado de esta etapa se obtienen varios ítems que serán documentados señalando las brechas que deben ser corregidas para poder implementar el SGE, con responsables y plazos.

**b. Operación:** Se debe promover comunicación abierta entre los distintos niveles organizaciones; definir actividades de mantenimiento; cumplir con los requisitos establecidos en la norma de seguimiento y supervisión.

Como ya se ha mencionado es fundamental el compromiso de la alta gerencia, lo cual será el punto de partida, para definir en función del alcance, los medios necesarios, difundiendo la importancia del SGE, sus beneficios y las responsabilidades que tendrán todos los integrantes de la entidad.

Para esto es necesaria la declaración de la política energética, en la que debe establecerse las intenciones de mejora de la gestión energética, para respaldar las actividades a desarrollar y alinear a la entidad al cumplimiento de sus objetivos y metas, lo cuales deben estar establecidos en los requerimientos medulares fundamentales como son:

- Planificación energética.
- Control Operacional.
- Seguimiento, medición y análisis.
- Diseño de proyectos y procesos de adquisición de servicios de energía, productos, equipos.

No se debe olvidar los requerimientos estructurales que dan sostenibilidad al SGE

en el tiempo, respaldando los compromisos energéticos que se hayan implementado en la política y en los objetivos, como son:

- Competencia, formación y toma de conciencia.
- Comunicación.
- Documentación y registro.
- Auditoría interna, no conformidades, acciones preventivas y correctivas.
- Revisión de la alta gerencia

**c. Examen y medidas correctivas:** Una vez puesto en marcha, se debe verificar el cumplimiento de los objetivos previstos anteriormente y realizar auditorías internas.

**d. Revisión de la dirección:** Se lo realiza para tener mayor control sobre la implementación, verificando la eficacia y eficiencia del sistema, acciones correctivas y oportunidades de mejora.

**e. Recomendaciones generales:** Se las realiza para asegurar la permanencia y sostenibilidad del Sistema de Gestión Energética. [1]- [4]- [8]



Figura 3. Pasos para la implementación de la ISO 50001

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de determinar la aplicabilidad de la Norma ISO 50001 en el Ecuador, se tomó como ejemplo el caso de GM OBB, quien se convirtió en la primera empresa del país en recibir la certificación ISO 50001:2011, en el marco del Proyecto “Eficiencia Energética para la Industria en el Ecuador” (EEI) promovido por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) y

la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). [2]

La entrega de esta certificación tiene dos impactos importantes en la percepción a nivel país, por un lado demuestra que la norma establece requisitos alcanzables, siendo un ejemplo a seguir por el resto del sector productivo, y por otro lado reafirma el compromiso de GM OBB de ser protagonista del cambio de matriz productiva del Ecuador, mejorar su competitividad y de continuar con una gestión ambientalmente responsable a través de la aplicación de sistemas eficientes de gestión energética.

Según experiencias internacionales como es el caso de Central Térmica Quintero de Endesa, Papeles BioBio y el Mall Plaza Sur en Chile, el potencial de reducción del consumo energético debido a la implementación de la norma ISO 50001, se establece en un 40%, dependiendo del sector y la actividad. Con esto se establece la mejora en la rentabilidad ya que implica una optimización en los costos de producción. [1]

### Aspectos económicos

**Tabla 6. Costos e inversión estimados en horas / hombre**

	<b>Horas / hombre</b>
Alta gerencia	<b>80</b>
Representante de alta gerencia	<b>346</b>
Operación	<b>101</b>
Ingeniería/proyectos	<b>109</b>
Mantenimiento	<b>101</b>
Recursos humanos	<b>59</b>
Comunicación y marketing	<b>79</b>
Legal	<b>59</b>
Compras	<b>35</b>
Consultor externo	<b>540</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1509</b>

En base a la metodología descrita anteriormente y de las actividades estipuladas, se puede estimar los costos de inversión en horas/hombre para un proyecto de implementación de la ISO 50001, considerando varias actividades como: diseño del SGE (análisis de brechas, compromisos de la alta gerencia, operación, soporte), implementación del SGE (operación, soporte), y análisis del SGE, tomando como referencia la actuación de personal [1] de varias áreas que intervienen en el

SGE, como se visualiza en la tabla 6.

### 4. CONCLUSIONES

Con la implementación de la ISO 50001, las empresas consiguen reducir sus costos y ser más eficientes energéticamente, alcanzando mayores niveles de productividad, competitividad, sostenibilidad y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por la disminución en la combustión y uso de productos energéticos.

Al implementar la norma ISO 50001:2011, se debe tomar en cuenta que el requisito más importante es disponer de la información energética detallada, para realizar un análisis en función del reporte de consumo de la empresa a lo largo de un intervalo de tiempo determinado, para establecer las áreas con mayor y menor consumo y definir indicadores de eficiencia energética en la planificación de la organización, que permita medir y evaluar el uso de energía y eficacia de las medidas propuestas.

Si la implementación de la Norma ISO 50001:2011 fuese adoptada por la mayor parte de las grandes y medianas empresas a nivel mundial, se lograría grandes avances en la lucha generacional que se ha tomado en contra del cambio climático y el uso irracional de recursos.

Esta norma puede formar parte del Sistema Integrado de Gestión de las organizaciones, pues es compatible con otras normas como la ISO 9001 referente a calidad o la 14001 referente a Medio Ambiente.

### 5. Referencias

- [1] Agencia Chilena de Eficiencia Energética-AChEE. (2012). Guía de Implementación de Sistema de Gestión de la Energía basada en la ISO 50001. Recuperado de <https://www.itba.edu.ar/intranet/ols/wp-content/uploads/sites/4/2016/10/Gu%C3%ADa-ISO-50001.pdf>
- [2] Agencia Nacional de Regulación y Control de Electricidad. (2016). Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico Ecuatoriano. Recuperado de <http://www.regulacionelectricidad.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2017/08/Estad%C3%A9stica-anual-y-multianual-sector-el%C3%A9ctrico-2016.pdf

- [3] Arce. J. (2015). Metodología para implementar un Sistema de Gestión de Energía en una Instalación institucional, basado en la norma NTC-ISO 50001(2011-11-30) caso: Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá-Colombia.
- [4] Bureau Veritas. (s.f.). Certificación ISO 50001. Obtenido de <http://www.bureauveritas.es/services+sheet/certificacion+iso+50001>
- [5] Cisneros, J. (2014). Guía para la aplicación de Sistemas de Gestión Energética orientado a la energía eléctrica, basado en la Norma ISO 50001 (tesis de posgrado). Universidad Politécnica Nacional. Quito-Ecuador.
- [6] INEC. (2015). Información Ambiental Económica en Empresas (IAEE). Recuperado de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/EMPRESAS/Empresas\\_2015/Presentacion\\_Modulo\\_Ambiental\\_Empresas\\_2015.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/Empresas_2015/Presentacion_Modulo_Ambiental_Empresas_2015.pdf)
- [7] ISOOTools. (15 de 06 de 2016). Blog Calidad y Excelencia. Obtenido de <https://www.isootools.org/2016/06/15/certificacion-iso-50001/>
- [8] ISOTools Argentina. (s.f.). La Norma ISO 50001:2011 y la Gestión de la Energía. Una baja de costos y una mejora de la eficiencia energética en las Organizaciones.
- [9] NTE INEN-ISO 50001. (2012). Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso. Recuperado de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO\\_2014/VGR/nte\\_inen\\_](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/VGR/nte_inen_)

iso\_50001extracto.pdf

- [10] United Nations. Framework Convention on Climate Change. (1998). El Protocolo de Kyoto de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Obtenido de [http://unfccc.int/porta1\\_espanol/informacion\\_basica/protocolo\\_de\\_kyoto/items/6215.php](http://unfccc.int/porta1_espanol/informacion_basica/protocolo_de_kyoto/items/6215.php)

## Biografía



<sup>1</sup>Luis Marcelo Arellano Rodríguez.- Maestrante de Gestión de la Calidad, Ingeniero Automotriz, Docente de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE – Unidad de la Gestión de Tecnologías.



<sup>2</sup>María Gabriela Tapia Carrillo.- Maestrante de Gestión de la Calidad, Ingeniera Comercial, Docente del MINEDUC Distrito Latacunga.



<sup>3</sup>Jonathan Samuel Vélez Salazar.- Ingeniero Automotriz, Docente de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE – Unidad de la Gestión de Tecnologías.



<sup>4</sup>Cristian Paúl Chuchico Arcos.- Ingeniero Electrónico, Docente de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE – Unidad de la Gestión de Tecnologías.